

MESTRADO

CIRURGIA ORTOGNÁTICA E ORTODONTIA

# **Efeito da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal - avaliação através de rinomanometria**

Felismina Silva Samúdio

**M**

**2017**



# Efeito da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal – avaliação através de rinomanometria

Felismina Silva Samúdio

Dissertação de Mestrado em Cirurgia Ortognática e Ortodontia

Apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade do Porto

Orientadora: Professora Doutora Carla Pinto de Moura

Co-orientador: Dr. João Correia Pinto

Co-orientador: Dr. Armando Dias da Silva

“O saber não faz a cabeça grande”

Rolinda Dias da Silva, minha avozinha que me criou, e não sabia ler

## Dedicatória

Ao Rui, meu companheiro nesta viagem fantástica que é a vida.

À João e ao Ruizinho, por todos os momentos de felicidade.

# Agradecimentos

À Professora Doutora Carla Pinto de Moura, minha orientadora, pela disponibilidade desde o primeiro dia, pelo exemplo de trabalho e dedicação e pelos seus ensinamentos.

Ao Dr. João Correia Pinto, que acreditou neste projeto.

Ao Dr. Armando Dias da Silva, pelos seus ensinamentos.

Ao Técnico Paulo Viana, do Serviço de Pneumologia do Centro Hospitalar de São João, pelo seu trabalho e pela paciência.

À Técnica Paula Cardoso, do Serviço de Radiologia do Centro Hospitalar de São João, por ser incansável e bem-disposta.

Aos Drs. Nuno Gil e Tiago Freitas do Serviço de Estomatologia do Centro Hospitalar de São João, pela sua colaboração neste trabalho.

Ao Dr. Serafim Freitas, pela sua simpatia e disponibilidade.

Ao Dr. Falcão, pelo seu sentido de humor e boa disposição que nos alegrava os dias.

Aos auxiliares do Serviço de Estomatologia, especialmente à D. Albina cujos bolos aquecem a alma.

Ao Joel, à Lúcia, à Mónica e a todos os outros que prestaram uma ajuda inestimável.

Ao Dr. Jorge Carneiro que me incentivou neste projeto.

Ao Professor Doutor Agostinho Marques, por nos ter aberto as portas do seu Serviço e ter tornado possível este trabalho.

A todos os pacientes que participaram neste estudo e com quem eu aprendi muito.

Aos meus colegas de Mestrado que, direta ou indiretamente, contribuíram para este projeto.

Aos amigos que fiz durante este percurso, à Inês Jordão que com toda a sua irreverência me acolheu de coração desde o primeiro dia, à Ana Castanheira, amiga para a vida e cuja mãe faz o melhor arroz de forno do mundo, à Liliana, à Ana Avelar, ao Orlando e a todos os outros que fizeram com que os dias bons fossem melhores e os maus não doessem tanto.

Aos meus amigos, que sempre me apoiaram e acarinharam.

A todos os que tornaram este trabalho possível e não foram acima mencionados.

Por último, um agradecimento muito especial ao meu marido e aos meus filhos. Este trabalho só foi possível graças ao vosso apoio incondicional, ao vosso amor sem limites e a terem acreditado que era possível.

# Resumo

## **Efeito da disjunção maxilar cirurgicamente assistida (DMCA) sobre a permeabilidade nasal – avaliação através de rinomanometria**

### **Introdução**

A disjunção maxilar cirurgicamente assistida associa um procedimento cirúrgico a um tratamento ortodôntico. É uma técnica frequentemente usada para tratar deficiências maxilares transversais em indivíduos com maturidade esquelética. Vários estudos publicados sugerem que a expansão maxilar pode conduzir, para além de alterações na dimensão transversal da maxila, a um aumento no tamanho da cavidade nasal, proporcionando um aumento da permeabilidade nasal.

A permeabilidade nasal pode ser objetivamente avaliada com rinomanometria, um teste que faz a medição simultânea do fluxo e da pressão nasal.

### **Objetivos**

O objetivo deste estudo longitudinal e prospetivo é investigar as alterações esqueléticas que ocorrem na largura da cavidade nasal após a disjunção maxilar cirurgicamente assistida e verificar, utilizando a rinomanometria anterior ativa, a evolução da permeabilidade nasal.

### **Material e métodos**

A amostra é composta por 15 pacientes, com maturidade esquelética e indicação para disjunção maxilar cirurgicamente assistida, que foram submetidos a este procedimento. Um aparelho tipo Hyrax foi usado em todos os pacientes.

A avaliação ocorreu em duas etapas:

T0 - antes da cirurgia; - foi efetuado telerradiografia póstero-anterior e rinomanometria.

T1 - seis meses após a cirurgia; - foi realizada telerradiografia póstero-anterior e rinomanometria.

Os dados das duas fases foram comparados.

O aparelho usado na disjunção foi usado como contenção e removido um ano após a cirurgia.

Do estudo faz ainda parte um grupo de controlo de 10 pacientes, com maturidade esquelética e indicação para DMCA.

Neste grupo foram realizados exames de rinomanometria, em T0 (no início do estudo) e em T1, seis meses depois do primeiro exame.

Foram comparados os resultados obtidos nos dois grupos.

## **Resultados**

No grupo de estudo observa-se uma diminuição da resistência nasal total, estatisticamente significativa ( $p=0.002$ ), entre T0 e T1.

Os resultados mostram uma diminuição estatisticamente significativa ( $p=0.002$ ) na resistência à passagem do ar, entre o pré (T0) e o pós (T1) cirurgia. A resistência nasal total em T0 variou entre 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 0.62 Pa/cm<sup>3</sup>/s com uma mediana de 0.24 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Em T1 essa variação localizou-se entre 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 0.44 Pa/cm<sup>3</sup>/s com uma mediana de 0.19 Pa/cm<sup>3</sup>/s.

Verificou-se um aumento estatisticamente significativo na largura da cavidade nasal entre T0 e T1 ( $p=0.001$ ). A largura nasal inicial (T0) variou entre 25.08 e 37.47 mm (245 e 366 pixel) com uma mediana de 32.76 mm (320 pixel). A largura nasal final (T1) variou entre 26.00 e 38.29 mm (254 e 374 pixel) com uma mediana de 33.99 mm (332 pixel).

Em relação ao grupo de controlo verificou-se que a resistência nasal total em T0 variou entre 0.21 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Em T1 essa variação localizou-se entre 0.23 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Quer em T0 como em T1 a mediana é de 0.45 Pa/cm<sup>3</sup>/s.

A mediana da alteração da resistência entre T1 e T2 para o grupo de controlo foi de 0.00 para  $p=0.008$ . Verificou-se que estatisticamente não há alteração da resistência nasal total entre a primeira e a segunda medição de rinomanometria no grupo de controlo.

## **Conclusões e implicações clínicas**

A disjunção maxilar cirurgicamente assistida teve um efeito sobre a permeabilidade nasal, diminuindo a resistência nasal à passagem do ar na inspiração.

A largura da cavidade nasal aumentou após a cirurgia.

Não foi possível, no entanto, estabelecer uma correlação entre o aumento da largura nasal e a diminuição de resistência nasal, dado o tamanho da amostra ser pequeno.

Verificando-se uma redução na resistência ao ar após a cirurgia de disjunção maxilar, pode, em alguns casos, ser aconselhável aguardar a realização desta intervenção antes da decisão de intervenções adicionais para melhorar a permeabilidade nasal dos pacientes.



# Abstract

## **Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) - assessment of nasal patency through rhinomanometry**

### **Introduction**

Surgically assisted rapid maxillary expansion associates a surgical procedure with orthodontic treatment. It is frequently used to treat skeletal maxillary transverse deficiencies in skeletally mature and non-growing individuals. Several studies have shown that maxillary expansion leads to changes in the transverse dimension of the maxilla and nasal cavity, providing an improvement in the patient's breathing.

The nasal patency can be objectively assessed through rhinomanometry, a test which simultaneously measures the flow and nasal pressure.

### **Objectives**

The aim of this longitudinal and prospective study is to investigate the skeletal changes occurring in the width of the nasal cavity after surgically assisted rapid maxillary expansion and to check, using active anterior rhinomanometry, the evolution of nasal patency.

### **Materials and methods**

The sample comprised 15 skeletally mature patients referred for surgically assisted rapid maxillary expansion. A Hyrax-type appliance was used in all patients.

The evaluation took place in two stages:

T0 - before surgery, posterior-anterior cephalometric radiograph and rhinomanometry was performed.

T1 - six months after surgery, posterior-anterior cephalometric radiograph and rhinomanometry was performed.

The data of the two stages was compared.

The study also includes a control group of 10 patients, with skeletal maturity and indication for SARME.

In this group only rhinomanometric tests were performed, at T0 (the beginning of the study) and at T1 (six months after the first examination). The results were compared.

## **Results**

In the study group, there was a statistically significant change ( $p = 0.002$ ), towards a decrease in the total nasal resistance between T0 and T1.

The results show a statistically significant decrease ( $p = 0.002$ ) in resistance to air passage, between T0 and T1. The total nasal resistance in T0 varies between 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s and 0.62 Pa/cm<sup>3</sup>/s with a median of 0.24 Pa/cm<sup>3</sup>/s. At T1 this variation is between 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s and 0.44 Pa/cm<sup>3</sup>/s with a median of 0.19 Pa/cm<sup>3</sup>/s.

There was a statistically significant increase in nasal cavity width between T0 and T1 ( $p = 0.001$ ). The initial nasal width (T0) varies between 25.08 and 37.47 mm (245 and 366 pixels) with a median of 32.76 mm (320 pixels). The final nasal width (T1) varies between 26.00 and 38.29 mm (254 and 374 pixels) with a median of 33.99 mm (332 pixels).

Regarding the control group, the total nasal resistance ranged from 0.21 Pa/cm<sup>3</sup>/s to 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s at T0. At T1 this variation was between 0.23 Pa/cm<sup>3</sup>/s and 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s. At both T0 and T1 the median was 0.45 Pa/cm<sup>3</sup>/s.

## **Conclusions and clinical implications**

The surgically assisted rapid maxillary expansion had an effect on nasal permeability reducing the resistance.

The width of the nasal cavity increased after surgery.

It was not possible, however, to establish a correlation between increased nasal width and decreased nasal resistance at inspiration, since the size of the sample wasn't powerful enough.

Because of the reduction in resistance to the air, after maxillary surgery, it may, in some cases, be advisable to wait for conducting this intervention prior to the decision of additional interventions to improve the breathing capacity of the patients.

# Índice

Resumo.....	V
Abstract.....	VIII
Índice de Figuras.....	XI
Índice de Anexos.....	XIII
Abreviaturas.....	XIV
Introdução.....	1
Material e métodos.....	27
Resultados.....	40
Discussão.....	51
Conclusão.....	58
ANEXOS.....	59
Bibliografia.....	77

# Índice de Figuras

Figura 1.....	4
Figura 2.....	5
Figura 3.....	6
Figura 4.....	7
Figura 5.....	8
Figura 6.....	9
Figura 7.....	10
Figura 8.....	11
Figura 9.....	21
Figura 10.....	22
Figura 11.....	26
Figura 12.....	30
Figura 13.....	33
Figura 14.....	34
Figura 15.....	35
Figura 16.....	36
Figura 17.....	45
Figura 18.....	49
Figura 19.....	50

# Índice de Tabelas

Tabela 1.....	40
Tabela 2.....	41
Tabela 3.....	42
Tabela 4.....	43
Tabela 5.....	44
Tabela 6.....	46
Tabela 7.....	47
Tabela 8.....	47
Tabela 9.....	48
Tabela 10.....	48

# Índice de Anexos

Anexo I.....	60
Anexo II.....	63
Anexo III.....	65
Anexo IV.....	67
Anexo V.....	69
Anexo VI.....	71
Anexo VII.....	73
Anexo VIII.....	75

# Abreviaturas

AG – antgonion left (antegonial esquerdo)

CIER – Comité Internacional para a Estandardização da Rinomanometria

CN – ponto mais externo da cavidade nasal direita

DMCA – disjunção maxilar cirurgicamente assistida

DMT – deficiência maxilar transversal

DPCA – disjunção palatina cirurgicamente assistida

DRM – disjunção rápida da maxila

EOM – expansão ortopédica da maxila

ERM – expansão rápida da maxila

GA – antgonion right (antegonial direito)

JL – jugale left (jugal esquerdo)

JR – jugale right (jugal direito)

NC – ponto mais externo da cavidade nasal esquerda

Pa – Pascal

PA – póstero-anterior

R – resistência nasal

RAA – rinomanometria anterior ativa

Rd – resistência nasal direita

Re – resistência nasal esquerda

Rtotal – resistência nasal total

SARME – surgically rapid maxillary expansion

ZL – zygomatic left (zigomático esquerdo)

ZR – zygomatic right (zigomático direito)

$\Delta P$  – fluxo nasal

# Introdução

A deficiência maxilar transversal (DMT) é um dos problemas esqueléticos mais frequentes na região craniofacial [1], sendo muito comum nos pacientes que procuram tratamento ortodôntico. Caracteriza-se por uma maxila estreita em relação ao resto das estruturas craniofaciais, uma abóbada palatina estreita e muitas vezes mordida cruzada posterior.

Para além das alterações dento faciais, podemos referir também estreitamento da cavidade nasal e da base das cartilagens alares, que podem ocasionar uma diminuição da permeabilidade nasal e um aumento da resistência ao fluxo aéreo. Estes, associados às alterações dento-esqueléticas podem levar a uma maior frequência de respiração oral[2-4].

A mordida cruzada posterior é uma má oclusão que se encontra com frequência em pacientes respiradores orais [5] e a expansão rápida (ortopédica) da maxila é o procedimento mais utilizado na sua correção [6]. A literatura sugere que os parâmetros respiratórios, incluindo a resistência nasal, melhoram após disjunção maxilar [7-9], uma vez que esta técnica promove o alargamento do arco dentário e, como consequência, da cavidade nasal [10, 11].

A etiologia da deficiência maxilar transversal é multifatorial, incluindo fatores congénitos, de desenvolvimento, traumáticos e efeitos secundários de alguns tipos de tratamento (como por exemplo correção de fenda palatina) [12].

A correção da deficiência transversal da maxila pode ser feita através de uma expansão transversal ortodôntica e/ou ortopédica, ou ortodôntica e cirúrgica. A escolha do tipo de tratamento, depende do potencial de crescimento do paciente e da quantidade de expansão necessária [13]. As técnicas mais utilizadas para expansão maxilar são: expansão ortodôntica lenta, disjunção rápida da maxila, disjunção maxilar cirurgicamente assistida e osteotomias Le Fort I [14].

Em crianças e jovens com um bom potencial de crescimento a disjunção maxilar ortopédica é usada para corrigir os problemas transversais da maxila. Com o número crescente de pacientes adultos a procurarem tratamento ortodôntico, nomeadamente para problemas de deficiência transversal da maxila, tornaram-se frequentes os problemas associados ao uso



da expansão ortopédica [15]. Em adultos, a disjunção maxilar está muitas vezes associada a falhas como inclinações laterais dos dentes e dos alvéolos, fracasso na separação da sutura palatina média e recidiva [6].

Historicamente, a dificuldade em abrir a sutura palatina média nos adultos, foi atribuída à fusão das suturas. As complicações atribuídas ao fracasso da expansão podem ser minimizadas através da libertação cirúrgica das zonas de resistência à expansão.

Assim, a disjunção maxilar cirurgicamente assistida consiste em diminuir a resistência óssea à expansão maxilar, efetuando osteotomias nas paredes e pilares da maxila.

A resolução da deficiência maxilar transversal com recurso a disjunção rápida da maxila tem sido amplamente estudada. Para além de uma melhoria estética, funcional e da oclusão, os estudos referem aumento na passagem do ar através do nariz, devido ao alargamento da cavidade nasal e, conseqüente, alargamento da válvula nasal [4, 7, 16, 17].

Comparativamente à disjunção ortopédica da maxila, a literatura apresenta menos estudos sobre a influência da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal. No entanto, nota-se um interesse progressivo pelo assunto [16, 18-22].

É crescente o número de pacientes adultos que procuram tratamento ortodôntico, podendo este ser simples ou combinado com cirurgia ortognática [12] .

## Objetivos

Os objetivos deste estudo são:

- 1 – determinar a variação da largura da cavidade nasal medidas no ponto mais externo da cavidade nasal esquerda (NC) e no ponto mais externo da cavidade nasal direita (CN) do cefalograma pósterio-anterior, antes e depois da cirurgia de disjunção maxilar;
- 2 – avaliar de forma objetiva, utilizando a rinomanometria anterior ativa, as alterações produzidas na permeabilidade nasal do paciente após a cirurgia de disjunção maxilar;
- 3 – verificar a existência de uma correlação entre as alterações produzidas na largura da cavidade nasal e as alterações da permeabilidade.

## Revisão da literatura

Para melhor compreender a etiologia da deficiência maxilar transversal é necessário conhecer a anatomia, o crescimento e desenvolvimento normal da maxila, pelo que se efetua uma breve abordagem ao assunto.

### Maxila

A maxila é um osso par com uma forma quadrilátera que apresenta um corpo e quatro apófises: a zigomática, a frontal, a alveolar e a palatina. Cada osso forma parte do teto da cavidade oral, a maior parte do pavimento e da parede lateral da cavidade nasal, bem como do pavimento da órbita, contribuindo para as fossas infratemporal e pterigopalatina e delimitando as fissuras orbital inferior e pterigomaxilar. O corpo da maxila é piramidal e apresenta quatro faces, a anterior, a posterior, a orbital e a nasal que contêm no seu interior o seio maxilar.

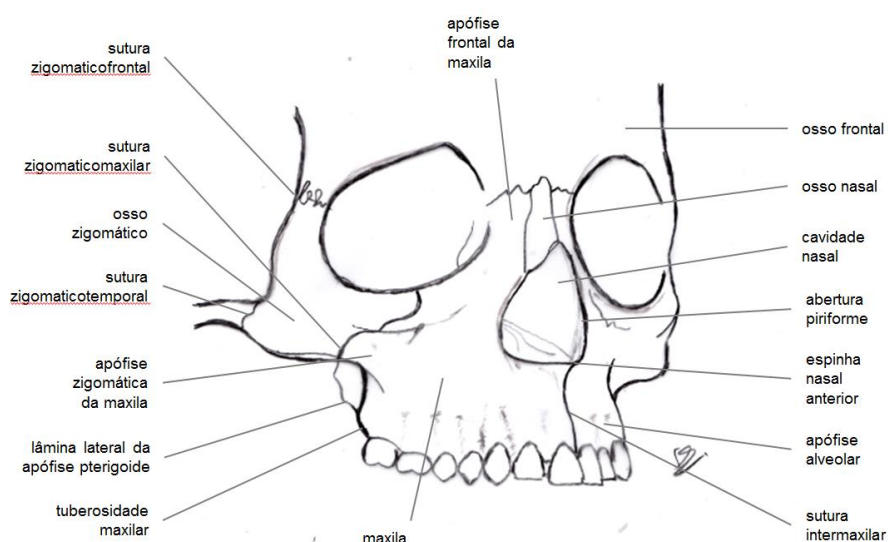


Figura 1 – Representação anatômica da maxila e ossos vizinhos (ilustração do autor adaptada dos desenhos anatómicos de Netter [23])

A face anterior do corpo da maxila apresenta medialmente uma incisura nasal que é côncava e termina numa apófise pontiaguda que, com a sua homóloga contra-lateral, formam a espinha nasal anterior.

A face posterior está separada da face anterior pela apófise zigomática e pela crista jugal (crista zigomático-maxilar) que ascende desde o alvéolo do primeiro molar. Pósterio-inferiormente encontra-se a tuberosidade maxilar [24].

A apófise palatina é espessa e horizontal e projeta-se medialmente da parte inferior da região medial da maxila. Forma uma grande parte do pavimento nasal e da região dura do palato, sendo mais espessa à frente. A sua face inferior é côncava e com a sua homóloga contra-lateral formam os três quartos anteriores do palato ósseo. O buraco incisivo localiza-se entre as duas maxilas, por detrás dos dentes incisivos. A sutura palatina média encontra-se posterior a este. A sutura palatina média encontra-se posterior a este. A face superior forma a maior parte do pavimento nasal.

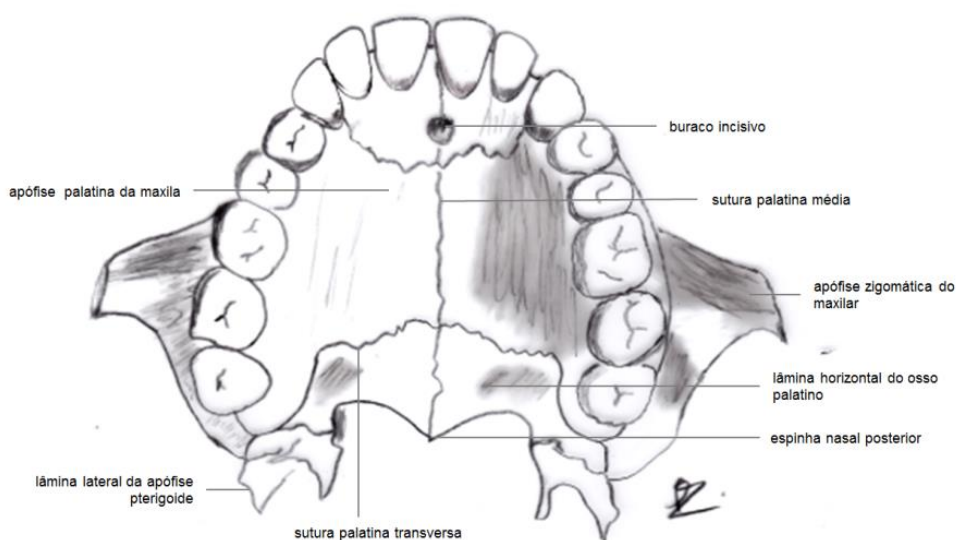


Figura 2 – Vista oclusal do palato ósseo (ilustração do autor adaptada dos desenhos anatômicos de Netter [23])

A maxila articula-se com 9 ossos, o frontal, o etmoide, o nasal, o zigomático, o corneto nasal inferior, o lacrimal, o palatino, o vômer e a maxila contra lateral [25].

### Crescimento e desenvolvimento da maxila

No período pós-natal a maxila desenvolve-se inteiramente por ossificação intramembranosa. O crescimento ocorre através de aposição de osso nas suturas e através de remodelação superficial [26].

As superfícies maxilares apresentam um padrão definido de crescimento, sendo que na zona anterior, na região de rebordos alveolares ocorre reabsorção óssea externa e aposição óssea interna. Na porção superior, este padrão inverte-se, verificando-se assim reabsorção óssea interna e aposição óssea externa, o que vai dar forma à espinha nasal anterior. O ponto onde este fenómeno de inversão ocorre é conhecido como ponto A nas projeções cefalométricas laterais [26].

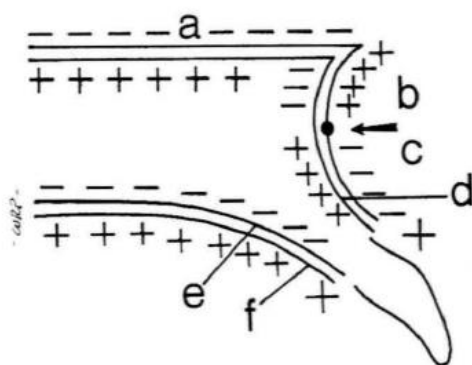


Figura 3 – Crescimento da maxila. (+) zonas de aposição óssea; (-) zonas de reabsorção óssea. Seta – zona de inversão do crescimento. (a) pavimento da cavidade nasal; (b) e (c) cortical externa do processo alveolar; (d) cortical interna do processo alveolar; (e) cortical interna do palato duro ; (f) cortical externa do palato duro. Fonte: Essentials of facial growth. Enlow 1996[27]

O complexo nasomaxilar que é composto por diferentes unidades funcionais (órbita, nasofaringe e sistema estomatognático) alonga-se verticalmente por uma combinação de remodelação e deslocamento [28].

A remodelação ocorre através da reabsorção óssea na superfície das paredes e do pavimento das cavidades nasais. O palato acompanha a direção de crescimento facial, havendo aposição óssea na sua superfície oral e reabsorção na superfície nasal.

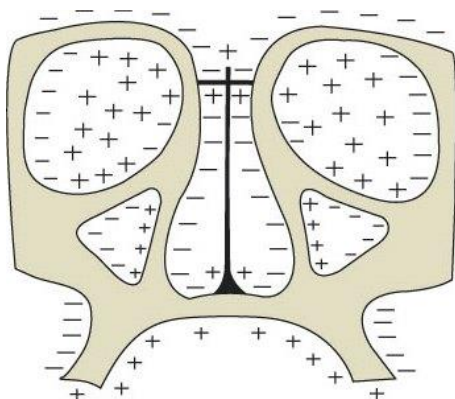


Figura 4 – Crescimento do complexo crânio-facial. (+) zonas de aposição óssea; (-) zonas de reabsorção óssea.  
Fonte: Essentials of facial growth. Enlow 1996[27]

Este padrão de remodelação faz com que haja uma expansão lateral das cavidades nasais, e um movimento inferior, juntamente com o palato de acordo com o crescimento da fossa craniana anterior.

As suturas que unem os ossos da face entre si e ao crânio são locais de crescimento e de ajuste de crescimento, ou seja, adaptam-se às tensões produzidas pelo crescimento dos tecidos moles que se relacionam com elas. Assim, conforme os ossos se vão separando pelo crescimento nos órgãos associados, ocorre aposição óssea nos bordos das suturas, ampliando os próprios ossos e mantendo as uniões entre eles. Estas suturas são a frontonasal, a zigomaticomaxilar, a pterigomaxilar, a palatina média, a palatina transversa e a intermaxilar. A direção de crescimento resultante é para baixo e para frente [26].

O grau de crescimento nos planos vertical, horizontal e transversal varia de acordo com a idade. De acordo com um estudo efetuado por Snodell e colaboradores [29], por volta dos 6 anos a dimensão transversal atinge uma maior percentagem do tamanho adulto que a dimensão vertical, independentemente do género. A dimensão transversal é a primeira a atingir o tamanho adulto, seguindo-se as dimensões sagital e vertical.

Segundo Melsen [30], a sutura palatina média funde-se aos dezasseis anos nas raparigas e aos dezoito nos rapazes. Bjork e Skieller [31] através do seu estudo longitudinal com recurso a implantes intraósseos concluíram que na maioria dos rapazes o crescimento transversal da maxila se encontra completo aos dezassete anos.

Nos seus trabalhos, Snodell [29] encontrou uma correlação entre a largura nasal e a largura maxilar em ambos os gêneros, indicando uma estreita relação entre a via aérea e a largura maxilar.

### **Diagnóstico da deficiência maxilar transversal**

Um dos principais objetivos da ortodontia é a estabilidade a longo prazo. A literatura científica atual frequentemente enfatiza a importância de um diagnóstico completo nos 3 planos do espaço para alcançar essa estabilidade [1].

Ricketts promoveu o uso da análise frontal para determinar as comparações entre a largura das arcadas dentárias, dos arcos alveolares e das bases esqueléticas[32].

Planejar um tratamento para um problema esquelético transversal implica determinar a severidade da discrepância e diferenciar entre componentes esqueléticos e componentes dentários [33].

O diagnóstico de deficiência maxilar transversal num paciente que já terminou o crescimento pode tornar-se difícil, pelo facto de as alterações dos tecidos moles associadas a hipoplasia maxilar isolada serem discretas. Podem limitar-se a pequenas depressões paranasais e bases nasais estreitas. Frequentemente observam-se também sulcos nasolabiais aprofundados e hipoplasia zigomática (ver figura 5). Comparativamente, quando existem desarmonias antero-posteriores ou verticais isoladas, o diagnóstico torna-se mais simples uma vez que as alterações dos tecidos moles são mais óbvias, como sejam queixo protrusivo ou deficiente, ou sorriso gengival [12].



Figura 5 – Fotografias da face e de mordida frontal num paciente com deficiência maxilar transversal

Quando existem displasias sagital e vertical juntamente com alteração na dimensão transversal, frequentemente as primeiras mascaram esta última.

A opção por cirurgia numa deficiência maxilar transversal requer a determinação da gravidade da discrepância maxilomandibular e o diagnóstico diferencial entre anomalia transversal de causa esquelética, dentária ou mista, em diferentes graus de participação. O diagnóstico correto deve envolver uma avaliação clínica e uma avaliação radiográfica [34].

### **Avaliação clínica**

Existem vários indicadores clínicos da deficiência maxilar transversal, nomeadamente, mordida cruzada uni ou bilateral, dentes apinhados, rodados ou deslocados palatina ou vestibularmente, um arco maxilar estreito e uma abóbada palatina alta e estreita [12]. Outra manifestação clínica da deficiência maxilar transversal é o aumento dos corredores vestibulares, formando espaços negros inestéticos no canto da boca [1] (figura 6).



Figura 6 – Fotografias da face e intra-orais que ilustram os “corredores bucais”

Na avaliação da mordida cruzada deve ter-se em conta a posição do dente relativamente ao osso basal. Uma verdadeira mordida cruzada resulta da diferença de dimensão transversal entre uma maxila estreita e/ou uma mandíbula larga. As mordidas cruzadas devido a inclinações dentárias são facilmente corrigidas com terapêutica ortodôntica.

Dependendo do grau de displasia transversal, as mordidas cruzadas podem ser unilaterais, bilaterais, esqueléticas, dentárias ou uma combinação das anteriores[12].



Bailey observou que a prevalência de mordidas cruzadas posteriores nos pacientes que procuram tratamento ortodôntico é de 37.2% comparado com os 9.4% na população em geral[35].

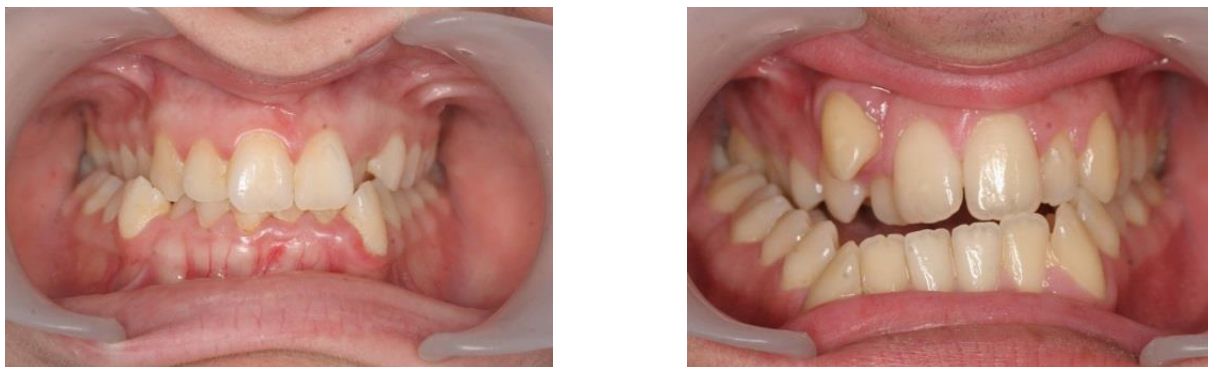


Figura 7 – Fotografias em oclusão que ilustram mordidas cruzadas

As mordidas cruzadas esqueléticas resultam normalmente das seguintes condições:

- maxila estreita, mandíbula normal
- maxila normal, mandíbula larga
- maxila estreita, mandíbula larga

Devido ao facto de durante o crescimento a maxila aumentar numa direção vertical, ântero-posterior e transversal [6], as deformações mais comumente associadas à deficiência maxilar transversal são a hipoplasia maxilar vertical e/ou hipoplasia ântero-posterior.

Como parte integrante da avaliação inicial de um paciente, McNamara [1] aconselha a medição entre os pontos mais próximos dos primeiros molares superiores, i.e., a largura transpalatina. Um arco maxilar com uma largura transpalatina de 36 a 39 mm pode acomodar uma dentição de tamanho médio sem apinhamentos ou diastemas, enquanto um arco maxilar menor que 31 mm pode apresentar apinhamentos e como tal necessitar de expansão ortopédica ou cirurgicamente assistida [1]. É necessário avaliar outros fatores como o tipo facial, o perfil de tecidos moles e o tónus muscular aquando da decisão entre tratamento com expansão ou com extrações.

Um fator primário no apinhamento dentário é frequentemente uma deficiência maxilar transversal ou sagital. Se a posição dos dentes maxilares refletirem a discrepância esquelética observa-se uma mordida cruzada. Por outro lado, se a compressão maxilar é camuflada pela dentição e em ambos os arcos dentários existe compressão, observa-se apinhamento na ausência de mordida cruzada [1].

Existem determinados casos de má oclusão de classe II que estão associados a deficiência maxilar transversal. Tollaro e colaboradores [36] demonstraram, em pacientes de classe II que aparentam uma relação vestibulolingual normal na dentição posterior que, por norma, têm uma discrepância transversal de 3 a 5 mm entre a maxila e a mandíbula.

Por outro lado, uma das principais características da oclusão de classe III é a retrusão esquelética maxilar que ocorre em cerca de 50% destes pacientes [37]. Nalguns casos em dentição mista, o simples facto de se alargar a maxila pode levar a uma correção espontânea da mordida cruzada anterior e à resolução da relação molar de classe III [1].

### Avaliação radiográfica

O cefalograma (ou telerradiografia) pósterio-anterior (PA) é um exame radiográfico de fácil execução e é o mais indicado, segundo Vanarsdall [33], para a identificação e avaliação da discrepância esquelética transversal[12]. Deve ser usada uma técnica radiográfica padronizada que permita a sobreposição das radiografias e a comparação das suas medidas lineares ao longo do tempo.

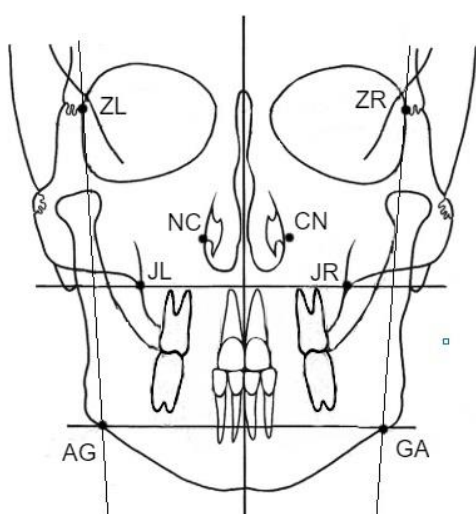


Figura 8 – Esquema representativo de alguns pontos da análise frontal de Ricketts e telerradiografia frontal pósterio-anterior. Pontos representados: NC – ponto mais externo da cavidade nasal esquerda; CN – ponto mais externo da cavidade nasal direita; ZL – ponto zigomático esquerdo; ZR – ponto zigomático direito; JL – ponto jugal esquerdo; JR – ponto jugal direito; AG – ponto antegonial esquerdo; GA – ponto antegonial direito

Ricketts desenvolveu a Análise Rocky Mountain onde são determinados alguns pontos radiográficos para avaliar a discrepância transversal entre a maxila e a mandíbula[12].

Estes pontos são:

- JR – jugale right (jugal direito)
- JL – jugale left (jugal esquerdo)
- AG – antgonion left (antegonial esquerdo)
- GA – antgonion right (antegonial direito)
- ZR – zygomatic right (zigomático direito)
- ZL – zygomatic left (zigomático esquerdo)

Através destes pontos podemos calcular a largura maxilar efetiva, a largura mandibular efetiva e as linhas faciais frontolaterais.

A **largura maxilar efetiva** define a largura da maxila e é a medida linear entre os pontos JL e JR (pontos bilaterais determinados na interseção da apófise zigomática do maxilar com o contorno da tuberosidade maxilar).

A **largura mandibular efetiva** define a largura da mandíbula e é a medida linear entre os pontos AG e GA (pontos bilaterais na margem lateral inferior da protuberância antegonial).

As linhas frontolaterais são duas linhas laterais construídas a partir de ZR e ZL (pontos bilaterais nas margens medianas da sutura zigomaticofrontal na interseção com a órbita) até aos pontos AG e GA.

São usadas duas medidas diferenciais para avaliar a deficiência maxilar transversal radiograficamente:

- o diferencial da largura maxilomandibular
- o índice do diferencial transversal maxilomandibular

O **diferencial da largura maxilomandibular** é a medida linear entre a linha facial frontolateral até JL e JR respetivamente. Esta medida é calculada independentemente para cada lado e comparada com um valor normal de  $10 \pm 1.5\text{mm}$ . A distância medida indica a discrepância transversal unilateral esquerda ou direita; sendo que o somatório das diferenças dos dois lados indica a discrepância transversal total.

O **índice do diferencial transversal maxilomandibular** é a diferença maxilomandibular esperada (existe uma norma para as diferentes idades) menos a diferença maxilomandibular atual. A diferença maxilomandibular esperada define-se como a distância AG-GA apropriada à idade menos a distância J-J apropriada à idade. A diferença maxilomandibular atual define-se como a distância AG-GA atual menos a distância J-J atual.[12]

Num paciente com maturidade esquelética se o índice diferencial transversal maxilomandibular for superior a 5 mm está indicada a expansão cirurgicamente assistida[12].

Se o índice diferencial transversal maxilomandibular for menor ou igual a 5mm, a expansão ortopédica ou ortodôntica podem corrigir ou camuflar o problema esquelético transversal. Estes valores de norma foram calculados para a raça caucasiana e não devem ser considerados para outras raças ou grupos étnicos [12].

Na análise cefalométrica frontal uma das principais medidas de interesse é a da largura nasal, pois segundo Ricketts é muito importante atingir uma permeabilidade nasal normal no paciente ortodôntico[38].

Os pontos usados na análise frontal de Ricketts para calcular a largura nasal são NC-CN, em que NC e CN representam o ponto mais externo da cavidade nasal esquerda e direita respectivamente.

### **Tratamento da deficiência maxilar transversal**

A correção da deficiência maxilar transversal pode ser conseguida através do uso de técnicas ortodônticas e ortopédicas ou através de uma combinação de ortodontia e cirurgia. A seleção do tipo de tratamento depende do potencial de crescimento do paciente e da quantidade de expansão que é necessário fazer [19].

No tratamento ortodôntico, uma dimensão transversal adequada é fundamental para se alcançar uma oclusão estável e funcional [33].

Nos pacientes em fase de crescimento ativo, a expansão ortopédica da maxila (ou disjunção maxilar) é o tratamento mais indicado para corrigir este tipo de deformidade. Contudo, à medida que a idade avança e se aproxima a maturidade esquelética, aumenta a interdigitação nas suturas e estas fundem-se [30, 39].

Depois do encerramento das suturas ou término do crescimento transversal, a expansão ortopédica transversal é muitas vezes ineficaz porque se dá à custa de inclinação dentária e alveolar e não através de um movimento das bases esqueléticas. Desta forma o tratamento não apresenta estabilidade a longo prazo, mesmo tendo havido sobre correção [6].

As vantagens da correção da deficiência maxilar transversal incluem:

- estabilidade dentária e esquelética
- menor necessidade de extração para alinhamento dos dentes no arco dentário
- melhoria da estética ao eliminar os “corredores bucais”
- potencial para melhorar a longo prazo a saúde dentária e periodontal
- melhoria da permeabilidade nasal devido a diminuição da resistência nasal[33].

Quando é usada a expansão ortopédica para corrigir uma deficiência maxilar transversal, recomenda-se uma sobre-correção de até 50% da expansão pretendida. Esta não é necessária na expansão cirurgicamente assistida [33].

### **Expansão ortopédica da maxila (EOM)**

A expansão ortopédica da maxila (também designada por expansão rápida, disjunção ortopédica, disjunção rápida e disjunção maxilar) resulta da aplicação de forças ortopédicas transversais sobre a maxila para que esta expanda transversalmente.

Atualmente tornou-se um procedimento de rotina no tratamento da deficiência maxilar transversal (DMT) em casos de má oclusão em pacientes jovens [40].

As primeiras descrições desta técnica chegam-nos através dos trabalhos de Angell que já em 1860 através de um artigo publicado na revista *Dental Cosmos*, descreve o caso de uma paciente de 14 anos com mordida cruzada que foi tratada com expansão lateral. Neste artigo, a abertura da sutura palatina média é apontada pelo autor como razão para o sucesso do tratamento [41]. Na época, esta técnica inovadora não só não foi bem aceite, como foi alvo de duras críticas tendo sido desacreditada [6].

Durante o século seguinte a técnica foi usada em crianças e em adultos com resultados diferentes. Praticamente abandonada nos Estados Unidos, manteve na Europa alguns seguidores. Foi provavelmente Korkhaus que, ao visitar a Universidade de Illinois em 1956, reintroduziu a técnica na América. Fascinados com os resultados cefalométricos apresentados por Korkhaus, Brodie e Haas testam a sua curiosidade experimentando a

técnica em cobaias. Em 1961 Haas apresenta um estudo com 45 pacientes tratados inicialmente com abertura da sutura palatina média usando a técnica descrita por Angell [6].

A expansão ortopédica tem sido usada com sucesso sobretudo em crianças, antes do encerramento completo das suturas. Por volta dos 14-15 anos nas raparigas e 15-16 anos nos rapazes, o crescimento transversal da maxila diminui significativamente e as suturas maxilofaciais fundem-se [39, 42].

Na arcada inferior não é possível levar a cabo uma verdadeira expansão ortopédica. No entanto, foi observado por McNamara e colegas [1] que a posição da dentição inferior pode ser mais influenciada pela morfologia esquelética maxilar que pelo tamanho e forma da mandíbula. Na sequência da expansão maxilar existe expansão não só do arco maxilar como também do arco mandibular[1].

O alargamento do arco mandibular dá-se devido à “descompensação” e verticalização dos dentes inferiores posteriores, que muitas vezes erupcionam e ocluem numa posição mais lingual quando associados a uma maxila que apresenta uma compressão.

Segundo McNamara [1], a maior parte das más oclusões de classe II na dentição mista encontram-se associadas a uma compressão maxilar. A expansão ortopédica da maxila (EOM) é muito útil na correção de problemas de classe II e de classe III assim como na resolução de situações moderadas de discrepância entre o tamanho dos dentes e o perímetro da arcada dentária. O mesmo autor afirma ainda ser usada para “alargar” o sorriso e melhorar a permeabilidade nasal [43]. Em 1999, Vanarsdall Jr. refere que tendo em conta as vantagens e a relativa simplicidade do tratamento, comparado com outros tratamentos ortodônticos, é provável que este procedimento (EOM) vá no futuro ser mais incorporado nos protocolos de tratamento ortodôntico [33].

Depois do encerramento das suturas e do abrandamento do crescimento maxilar transversal (15 anos nas meninas e 16 anos nos rapazes), a expansão ortopédica muitas vezes fracassa porque é primariamente conseguida através de inclinação alveolar ou dentária com muito pouco ou nenhum movimento do esqueleto basal[33]. Esta condição associa-se a complicações como dor forte durante a ativação, patologia periodontal, extrusão dos dentes maxilares e recidiva depois de removido o aparelho, entre outros [12].

Existem no entanto algumas referências na literatura que descrevem casos de sucesso de expansão ortopédica em pacientes adultos [44, 45].

O tipo de aparelho usado para expansão ortopédica da maxila incorpora um parafuso central. No modelo desenvolvido por Haas, para além do parafuso central existe uma falange em acrílico no palato. O aparelho tipo Hyrax é semelhante ao anterior, mas não tem acrílico na sua construção, sendo totalmente metálico.

Nos pacientes jovens com maturidade esquelética e em adultos a técnica não apresenta o mesmo grau de eficácia que se verifica em crianças. O encerramento das suturas nas articulações maxilares aumentam a resistência da maxila à expansão [6, 42, 46]. Foram então desenvolvidas técnicas cirúrgicas para fazer face a estas limitações. Estas técnicas envolvem a libertação cirúrgica da maxila para facilitar a atuação dos aparelhos de expansão rápida da maxila.

### **Disjunção maxilar cirurgicamente assistida**

A disjunção maxilar cirurgicamente assistida (DMCA) associa um procedimento cirúrgico a um tratamento ortodôntico.

Não existe um consenso acerca das indicações para DMCA. Na literatura encontramos as seguintes indicações que se aplicam a pacientes com compressão do arco maxilar e apresentam maturidade esquelética [40, 47]:

- discrepância maxilomandibular transversal esquelética superior a 5mm (em pacientes caucasianos);
- deficiência maxilar transversal associada a uma mandíbula larga;
- fracasso de expansão ortodôntica ou ortopédica prévia;
- necessidade de uma expansão superior a 7 mm (para evitar os riscos das osteotomias segmentares nestes casos);
- presença de um biótipo gengival fino na região de canino e pré-molares, ou presença de recessão gengival nestas zonas maxilares;
- estenose nasal significativa;
- alargar o arco maxilar quando não existe outro tipo de deformidade;
- aumentar o perímetro da arcada maxilar para corrigir casos de apinhamento dentário;
- expansão da arcada maxilar em casos de fenda palatina.

Durante muito tempo a sutura palatina média foi considerada o principal local de resistência à expansão. Em 1938 Brown descreve pela primeira vez a técnica da expansão maxilar (ou

disjunção maxilar) assistida cirurgicamente, fazendo a separação da sutura palatina média [12].

Isaacson e colaboradores [46] mostraram que o esqueleto facial aumenta a resistência à expansão à medida que a idade avança e que a principal zona de resistência à expansão não é a sutura palatina média, mas sim as restantes articulações maxilares [48].

Através do uso de modelos foto-elásticos, Shetty e colaboradores [49] verificaram que, à medida que a idade do paciente aumenta, as zonas de resistência à expansão transversal se concentram mais nas suturas dos ossos maxilares com os ossos vizinhos e também na sutura palatina média. Estas zonas de resistência necessitam de ser libertadas previamente para que haja eficácia na expansão.

Em 1976, Bell e Epker [15] obtiveram bons resultados na expansão maxilar de pacientes adultos através de osteotomias que separaram o osso maxilar basal dos pilares nasal, zigomaticomaxilar e pterigomaxilar.

Fazendo uma revisão da literatura verifica-se que hoje em dia ainda não há uma postura consensual relativamente ao tratamento da deficiência maxilar transversal em adultos.

Ao longo dos últimos anos foram desenvolvidas várias técnicas cirúrgicas, umas mais conservadoras que outras. Foram usadas várias combinações de osteotomias maxilares, pterigopalatinas, nasal lateral, septal e palatinas baseadas na percepção que o cirurgião tem das zonas de resistência à expansão [47].

O tipo de aparelho usado, o início da ativação, a quantidade de ativação diária, o período de contenção, a idade mínima indicada, são fatores que dependem apenas das escolhas individuais dos responsáveis por cada tratamento.

A disjunção maxilar cirurgicamente assistida é um procedimento que combina a distração óssea com a expansão controlada dos tecidos moles [47].

### **Distração óssea**

A distração óssea é uma técnica de alargamento ósseo que utiliza os mecanismos de cicatrização natural do corpo para gerar osso novo.



Faz-se uma osteotomia (corticotomia) numa zona de deficiência óssea. Utiliza-se então uma fixação externa para alargar lentamente o osso até obter a dimensão pretendida, enquanto a ossificação natural produz osso novo no lugar da distração.

Apesar de a distração óssea ter sido iniciada na década de 1880 e de a primeira publicação sobre o tema surgir em 1905 por Codivilla, é com Gavriel Ilizarov em 1949, que a técnica se torna conhecida. Amplamente usado na Rússia (para aumentar o tamanho de ossos longos em casos de fratura ou deficiência de crescimento), só depois da apresentação dos trabalhos de Ilizarov em Nova Iorque, em 1988, é que este procedimento se torna popular nos Estados Unidos.

Os cirurgiões que usam a técnica da distração óssea baseiam-se nos princípios básicos de Ilizarov, que se podem expressar como lei da tensão-stress. Estes princípios incluem o seguinte:

**Período de latência**, estende-se desde o momento da cirurgia até ao momento de aplicação das forças de distração. Ilizarov aconselha um intervalo de 5 a 7 dias.

**Velocidade de distração**, se a velocidade é demasiado lenta, pode produzir-se ossificação prematura da zona cirúrgica. Se a velocidade for demasiado rápida, pode produzir-se isquemia.

**Ritmo de distração** refere-se ao número de ativações do aparelho distrator por dia.

**Marco de estabilidade**, capacidade de fixação para estabilizar o osso recém-formado dentro da área de distração [50].

## Permeabilidade nasal

A sensação de obstrução nasal é uma percepção subjetiva de obstrução à passagem do ar através do nariz [51].

A percepção de obstrução nasal é muito variável. A aparência clínica de um paciente pode indicar dificuldade em respirar através do nariz e ao mesmo tempo não existir uma correlação com as medições de rinomanometria ou com a percepção subjetiva do paciente [52, 53].

A avaliação objetiva da obstrução nasal deve ser baseada na compreensão dos factos fundamentais da estrutura e função nasal [54, 55].

### **Cavidade nasal**

A cavidade nasal, a primeira zona de passagem do ar inspirado, é um espaço irregular que se localiza superiormente à cavidade oral e inferiormente à base do crânio. Estende-se entre as narinas anteriormente e as coanas posteriormente. Está dividida pelo septo nasal, que é aproximadamente mediano. Cada uma destas duas cavidades possui um teto, um pavimento, uma parede lateral e uma parede medial.

O **teto** da cavidade é horizontal na sua parte média mas desloca-se inferiormente ao longo da sua porção anterior e posterior. O declive anterior é formado pela espinha anterior do osso frontal e pelos ossos nasais, contribuindo para a formação da pirâmide nasal. A região central é formada pela lâmina crivosa do etmoide, que a separa da fossa craniana anterior. O declive posterior é formado pelo corpo do esferoide.

O **pavimento** da cavidade nasal é transversalmente côncavo e desloca-se superiormente desde a abertura anterior até à abertura posterior. Anteriormente é formado pelas apófises palatinas dos ossos maxilares que se juntam no plano mediano e, na parte posterior, pelas lâminas horizontais dos ossos palatinos que articulam um com o outro na linha média e com as apófises palatinas dos maxilares na parte anterior.

A **parede medial** é constituída por um septo ósseo, que se estende entre o teto e o pavimento. É formada pósterio-superiormente pelo vómer (que também forma o seu bordo posterior) e antero-superiormente pela lâmina perpendicular do etmoide, continuando, superiormente com a lâmina crivosa do etmoide. A parede medial possui ainda uma porção cartilágnea formada pela cartilagem do septo, que é uma lâmina quadrangular, vertical, situada no ângulo formado anteriormente pelo vómer e pela lâmina perpendicular do etmoide.

A **parede lateral** da cavidade nasal é muito irregular, devido à presença de três projeções ósseas denominadas cornetos nasais inferior, médio e superior. É formada antero-inferiormente pela superfície nasal da maxila, posteriormente pela lâmina perpendicular do osso palatino e superiormente pela superfície nasal do labirinto etmoidal.

As duas cavidades nasais abrem-se anteriormente nas narinas e comunicam atrás com a parte nasal da faringe através das aberturas nasais posteriores ou coanas. As narinas são aberturas piriformes, mais estreitas na frente que atrás. Cada uma mede cerca de 1.5 a 2 cm antero-posteriormente e 0.5 a 1cm transversalmente. As aberturas nasais posteriores ou coanas são duas aberturas ovais medindo cada uma cerca de 2.5 cm na direção vertical e 1.25 cm na transversal [56].

Nos humanos, assim como em todos os mamíferos, o nariz está dividido em dois corredores anatomicamente distintos, cada um dos quais possui a sua própria inervação e irrigação sanguínea [57].

A mucosa nasal reveste todas as estruturas ósseas e cartilaginosas e possui uma vascularização muito complexa e característica. Podem-se distinguir dois tipos de vasos: uma rede capilar na zona sub-epitelial e à volta das glândulas seromucosas e um plexo cavernoso, os sinusoides venosos na profundidade da submucosa[58].

A área de superfície de ambas as cavidades nasais é cerca de 150cm<sup>2</sup> e o volume total cerca de 15 ml [59].

A função respiratória do nariz é aquecer, humidificar e filtrar o ar inspirado, dado que as trocas gasosas nos pulmões são otimizadas com um ar limpo, a uma temperatura de 37 °C com uma humidade relativa de 100%. Diariamente o nariz aquece, filtra e humidifica cerca de 12000 a 25000 l de ar (com o exercício físico este valor aumenta).

Para fazer face a estes objetivos, a área de superfície da mucosa é grandemente expandida pela presença dos cornetos. A corrente aérea tem que ser distribuída por toda esta superfície de contacto. Para possibilitar um contacto mais eficiente entre as partículas de ar e a mucosa nasal a resistência aérea nasal tem que ser fisiologicamente baixa, uma vez que, na presença de resistência nasal elevada provocada por patologia a inspiração deixa de ser feita pelo nariz e passa a ser feita pela boca, com todas as suas implicações [60].

A mucosa dos cornetos e do septo nasal possui tipos específicos de plexos venosos. Através destes corpos erécteis, o sistema nervoso autónomo inicia uma alteração cíclica e, em casos normais, recíproca de congestão da mucosa nasal dos dois lados da cavidade. Esta situação conhecida hoje em dia como “ciclo nasal” foi descrita por Kayser há mais de cem anos. Nos seus estudos publicados em 1895 faz referência às alternâncias espontâneas da capacitância do fluxo aéreo nasal observada entre as duas cavidades. Kayser explica estas mudanças no fluxo aérea nasal como sendo devido a “alterações na quantidade de sangue que flui através dos tecidos cavernosos nos cornetos nasais”[57].

## Ciclo nasal

Denomina-se ciclo nasal o fenómeno da dominância alternante de fluxo aéreo de uma a outra cavidade nasal num período que pode ir a várias horas.

Geralmente o ser humano é incapaz de perceber as variações do fluxo aéreo entre ambas as cavidades nasais dado que a resistência nasal total se mantém relativamente constante.

Este facto foi descrito por Guillermin em 1967 que usando a rinomanometria demonstrou que a resistência nasal total permanecia constante apesar das contínuas alterações do diâmetro das cavidades nasais direita e esquerda. A periodicidade das alterações dos fluxos aéreos é descrita na literatura com intervalos que vão desde os 30 minutos até às 4 horas.

Considera-se que o sistema nervoso simpático controla o ciclo nasal, comprovando-se que a administração de anestesia local ou a ablação das fibras simpáticas inibem a ingurgitação unilateral periódica da mucosa [61].

A cavidade nasal pode ser dividida em três regiões distintas, cada uma com um mecanismo diferente no controlo da resistência nasal. Estas regiões são o vestíbulo nasal, a válvula nasal e o *cavum* nasal [62].

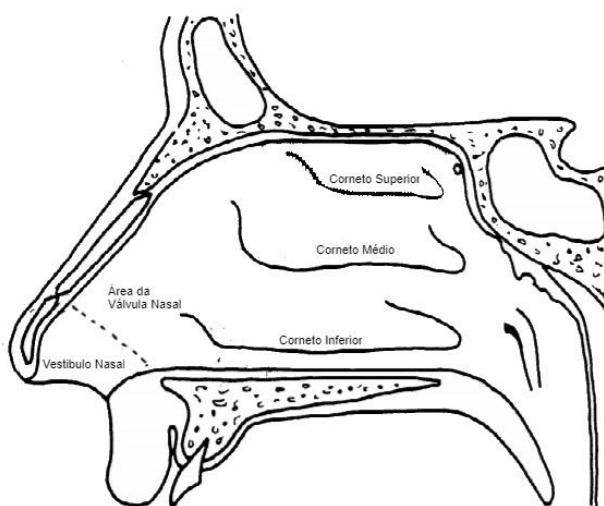


Figura 9 – Representação anatómica da cavidade nasal. Adaptado Mygind 1998 [59]

## Vestíbulo nasal

O vestibulo nasal é uma região revestida por pele, começa anteriormente nas narinas e estende-se até ao nível da extremidade caudal da cartilagem lateral superior [62]. Os músculos da asa do nariz inserem-se nesta cartilagem e durante a inspiração estes músculos contraem-se evitando o colapso do vestibulo [57].

## Válvula nasal

Segundo os estudos de Van Dishoeck em 1957: “A resistência de uma corrente de ar num tubo curto e com diâmetros variáveis como o nariz é determinado principalmente pelo seu ponto mais estreito”. O ponto mais estreito da cavidade nasal determina a resistência nasal ao fluxo aéreo, esta área denomina-se “válvula nasal”[57].

A válvula nasal é a região da via aérea que se estende desde a extremidade caudal da cartilagem lateral superior até à extremidade anterior do corneto inferior[62].

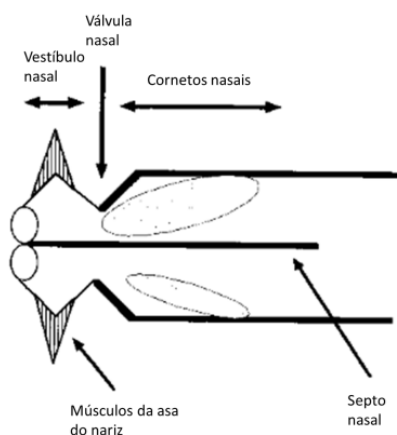


Figura 10 – Representação esquemática da válvula nasal. Adaptado de Ronald Eccles 2000 [57]

Localiza-se a cerca de 1.5 cm das narinas e tem uma área transversal de cerca de 30 mm<sup>2</sup> em cada lado. A válvula nasal é responsável por cerca de 50 % da resistência total do fluxo aéreo desde as narinas até aos alvéolos[59].

À medida que o ar entra neste segmento estreito, o fluxo aéreo acelera e a pressão intraluminal diminui de acordo com o princípio de Bernoulli[62].

**Cavum nasal**

O *cavum* nasal é a região localizada posteriormente à abertura piriforme. A resistência deste segmento é determinada principalmente pela ingurgitação dos tecidos erécteis dos cornetos e do septo. Contudo, a contribuição deste segmento para a resistência nasal total é muito pequena[62].

**Fluxo aéreo e pressão transnasal**

A mecânica da ventilação baseia-se nas leis da dinâmica de fluídos elaborada por Poiseuille e Reynolds[62].

Na respiração o ar passa através do nariz se existir uma diferença de pressão ao longo da via aérea, com o ar a passar da zona de maior pressão para a zona de menor pressão. Apesar de a pressão no exterior se manter relativamente constante, a pressão na nasofaringe altera-se com os movimentos respiratórios do tórax. Esta mudança cria um diferencial de pressão (a pressão transnasal) permitindo a passagem de ar nos dois sentidos ao longo das cavidades nasais [63] .

**Breve visão histórica**

A primeira referência que se encontra na literatura científica relacionada com o fluxo nasal e a dificuldade em o quantificar deve-se a Kaiser que em 1895 publicou um artigo relacionado com o tema [57].

O único método, disponível na altura, para estudar o fluxo aéreo nasal era utilizado por Hendrik Zaardemaker, de Utrech, que em 1889 apresentou um teste funcional higrométrico. A técnica consistia na colocação de um espelho frio para medir a condensação de cada cavidade na expiração. Em 1901, Ernst Glatzel modificou o conceito de Zwaardemaker gravando uma série de arcos equidistantes no seu espelho metálico permitindo quantificar o vapor condensado no ar expirado[64].

Mais tarde, os métodos higrométricos deram lugar a métodos que caracterizam o fluxo nasal através dos seus parâmetros físicos de fluxo e pressão.

A primeira descrição de rinomanometria moderna deve-se a Aschan e colaboradores em 1958.

## Resistência nasal

A resistência nasal é a relação numérica entre pressão e fluxo aéreo.

$$R = \Delta P / V^{\circ}$$

em que R representa a resistência nasal,  $\Delta P$  a variação de pressão e  $V^{\circ}$  o fluxo aéreo.

Apesar da resistência durante o fluxo laminar ser constante, nas cavidades nasais não existe apenas este tipo de fluxo mas também fluxo turbulento. Por isso, para se obterem valores de resistência que possam ser comparáveis, é necessário determinar um ponto específico da curva pressão-fluxo para calcular a resistência. O ponto mais consensual é à pressão de 150 Pa, pois este ponto tem a vantagem de ser próximo da zona de fluxo laminar na maioria das cavidades nasais[62].

Quando se efetua a medição da resistência unilateralmente (como acontece na rinomanometria anterior ativa) é possível calcular a resistência da via aérea como um todo, usando a fórmula da resistência em paralelo:

$$1/R_{\text{total}} = 1/R_e + 1/R_d$$

$$1/R_{\text{total}} = (R_d + R_e) / (R_d \cdot R_e)$$

$$R_{\text{total}} = R_d R_e / (R_d + R_e)$$

em que  $R_{\text{total}}$  representa a resistência nasal total,  $R_d$  a resistência nasal direita e  $R_e$  a resistência nasal esquerda.

Esta equação apenas é verdadeira para o fluxo laminar. Para cálculo da resistência nasal, fornece um valor aproximado uma vez que o fluxo nasal não é estritamente laminar[62].

A resistência nasal normal no adulto apresenta valores entre 0.15 e 0.39 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Na infância, o valor da resistência nasal é mais elevado, cerca de 1.2 Pa/cm<sup>3</sup>/s, com o crescimento esse valor vai diminuindo, atingindo o valor normal para um adulto entre os 16 e 18 anos. Depois deste ponto existe uma pequena diminuição com o avançar da idade. Não existe correlação entre a resistência nasal e o género ou a altura [65].

## Rinomanometria

A rinomanometria é a medição sincronizada do fluxo nasal e da diferença de pressão entre as coanas e as narinas [63].

É um meio complementar de diagnóstico muito útil na avaliação objetiva da permeabilidade nasal e tem contribuído para um melhor entendimento da fisiologia. A rinomanometria não permite diagnosticar ou indicar a etiologia da obstrução nasal mas fornece uma medição objetiva da resistência nasal num determinado momento [62].

Mais recentemente, a rinometria acústica tem-se desenvolvido como um método para avaliação anatômica das dimensões da via aérea nasal [51] e é um exame que pode complementar a rinomanometria.

Um rinomanómetro consiste em dois transdutores de pressão (um para medir as diferenças de pressão nasal e o outro para medir o fluxo de ar nasal) [66].

A função respiratória nasal pode medir-se de uma forma ativa e dinâmica enquanto o paciente respira ou de uma forma passiva ou estática ao aplicar um fluxo a uma determinada pressão pelas cavidades nasais enquanto o paciente está em apneia [67].

Estas relações de pressão e fluxo nasal podem ser medidas através de rinomanometria anterior e posterior. A rinomanometria anterior pode ser ativa ou passiva enquanto a posterior é sempre ativa.

Na **rinomanometria anterior passiva** a pressão é medida em cada cavidade nasal separadamente a um fluxo de 250 cm<sup>3</sup>/seg. Este método é mais rápido mas menos eficiente que a **rinomanometria anterior ativa** (RAA).

Na **rinomanometria posterior ativa** a pressão das coanas é medida através de um tubo colocado na nasofaringe sendo o fluxo medido em ambas as cavidades simultaneamente. Os resultados podem diferir devido ao facto de dependerem da posição do palato mole [68].

Na **rinomanometria anterior ativa** (RAA) o paciente respira ativamente através de uma cavidade nasal ao mesmo tempo que se mede a diferença da pressão narino-coanal na cavidade nasal contra lateral. Este método é o mais comumente utilizado na rinomanometria.



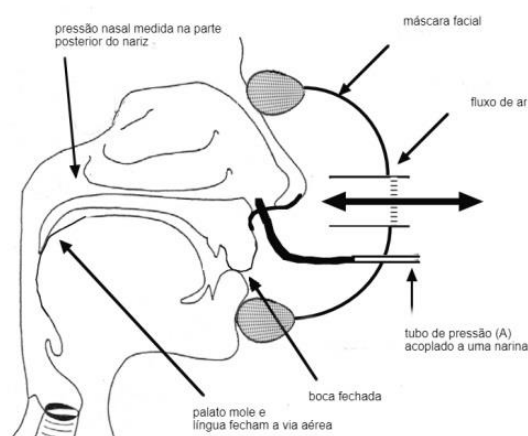


Figura 11 – Representação esquemática da rinomanometria anterior ativa. Adaptado de Ronald Eccles 2011 [66].

O tubo de detecção de pressão (A) mede a pressão na parte posterior da cavidade nasal e, uma vez que a passagem nasal está selada, atua como uma extensão nasal, pois não há fluxo de ar através deste tubo. Todo o fluxo de ar nasal ocorre através da cavidade nasal aberta e esta é medida através do transdutor ligado a um pneumotacógrafo.

Segundo os membros do Comité Internacional para a Estandarização da Rinomanometria (CIER), a rinomanometria anterior ativa é a técnica de rinomanometria mais fisiológica pois mede o fluxo aéreo nasal e o gradiente de pressão nas cavidades nasais durante a inspiração/expiração [69]. Neste método, o fluxo é medido na narina que permanece aberta e a pressão das coanas é medida na zona da cavidade nasal que está bloqueada.

Em relação a este método (RAA) as suas vantagens são a fácil execução, o facto de requerer pouca colaboração por parte do paciente e de apresentar uma boa tolerância por parte deste.

A resistência pode ser calculada a diferentes pressões (75, 100 e 150 Pa), mas por uma questão de padronização, esta é normalmente determinada na fase inspiratória da rinomanometria a uma pressão de 150 Pa.

# Material e Métodos

O presente estudo recebeu a aprovação favorável por parte da Comissão de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar de São João (anexo I), e contou com a autorização do Conselho de Administração do Centro Hospitalar de São João EPE (anexo II).

## **Amostra**

Todos os participantes do estudo, os do grupo teste e os do grupo controlo, foram selecionados no conjunto de doentes referenciados à Consulta de Ortodontia do Serviço de Estomatologia, do Centro Hospitalar de São João, EPE, no âmbito do Curso de Mestrado em Cirurgia Ortognática e Ortodontia.

A amostra inicial compreendia 20 pacientes com maturação esquelética e indicação para disjunção maxilar cirurgicamente assistida.

Os participantes no estudo ou, os seus responsáveis legais no caso de serem menores, foram informados oralmente e por escrito (anexo III) sobre o estudo em causa e todas as questões levantadas foram respondidas.

Todos os pacientes selecionados ou os seus representantes legais, mostraram disponibilidade para fazer parte do grupo de estudo e assinaram uma declaração de consentimento (anexos IV e V).

## **Critérios de inclusão dos pacientes**

- Ter maturidade esquelética (idade igual ou superior a 16 anos)
- Não apresentarem nenhuma síndrome
- Apresentar discrepância maxilar transversal superior a 5mm
- Terem indicação ortodôntica para disjunção maxilar cirurgicamente assistida

**Critérios de exclusão**

- Ausência de peças dentárias na arcada superior como: os primeiros e segundos molares simultaneamente, ausência de pré-molares ou ausência de incisivos centrais;
- Problemas periodontais graves: avaliação da perda óssea detetada na avaliação clínica e na ortopantomografia;
- Ter indicação para uso de distrator ósseo
- Encontrarem-se em fase de tratamento ortodôntico ativo
- Apresentar patologia rinológica (averiguado através da história clínica)
- Ter história de alergias medicamentosas

**Caracterização da amostra**

Do grupo inicial constituído por 20 pacientes, apenas 15 cumpriram os requisitos necessários ao estudo, i.e., rinomanometria pré e pós cirurgia, telerradiografia pósterio-anterior pré e pós-cirurgia. Um dos pacientes não efetuou o exame de rinomanometria previamente à cirurgia, e os restantes quatro por motivos vários não foram submetidos a cirurgia em tempo útil a este estudo.

O grupo de doentes intervencionados (grupo de casos) é composto por 15 pacientes, 7 do género masculino e 8 do feminino, com idades compreendidas entre os 17 e os 36 anos. A média de idades é de 22.7 anos. Todos os pacientes são de raça caucasiana.

Nos elementos de diagnóstico ortodôntico incluem-se para além da história clínica, modelos em gesso de ambas as arcadas, fotografias clínicas extra e intraorais e exames radiográficos: - ortopantomografia, telerradiografia de perfil e telerradiografia pósterio-anterior.

**Grupo de controlo**

O grupo de controlo é constituído por 10 elementos, 4 do género feminino e 6 do masculino com idades compreendidas entre os 16 e os 30 anos, sendo a média de idade de 22.3 anos. Todos os pacientes são de raça caucasiana.

O grupo inicial era constituído por 15 pacientes com maturação esquelética e indicação ortodôntica para disjunção maxilar cirurgicamente assistida e cujo início de tratamento ainda demoraria no mínimo 6 meses.

Dos 15 pacientes que inicialmente integravam o grupo de controlo, apenas 10 completaram o protocolo de estudo.

Este grupo de doentes ou os seus responsáveis legais, no caso de serem menores, foram informados oralmente e por escrito sobre o estudo em causa e todas as suas questões foram respondidas (anexo VI).

Depois de apresentado o estudo, todos os pacientes seleccionados ou representantes legais mostraram disponibilidade para fazer parte do grupo de controlo e assinaram uma declaração de consentimento. (anexos IV e V).

### **Critérios de inclusão dos pacientes para Grupo de Controlo**

São os mesmos que os referidos anteriormente para o grupo de estudo.

### **Critérios de exclusão**

- Iniciar tratamento ortodôntico ativo antes de 6 meses, para além dos critérios de exclusão já referidos para o grupo de estudo

### **Aparelho de expansão (ou disjuntor)**

O aparelho de expansão maxilar adotado para todos os pacientes foi o disjuntor tipo Hyrax. Este aparelho é constituído por um parafuso central e quatro bandas laterais, duas anteriores e duas posteriores. Possui uma chave de ativação que se introduz num orifício central.

A parte central do parafuso tem quatro perfurações equidistantes e perpendiculares ao eixo do cilindro, permitindo que em cada quarto de volta de ativação do parafuso haja uma separação lateral de 0.25 mm.

Usaram-se bandas preformadas que foram soldadas às hastes do parafuso, depois de devidamente adaptadas.

As bandas foram cimentadas nos primeiros pré-molares (14 e 24) e nos primeiros molares (16 e 26), exceto num caso onde, devido à ausência de primeiros molares superiores e posição de segundos molares no lugar dos primeiros, se cimentou nos dentes 17 e 27.

### Confeção dos aparelhos disjuntores

Todos os aparelhos de disjunção foram confeccionados pelo autor do estudo.

A confeção dos aparelhos obedeceu a várias etapas. Inicialmente colocaram-se elásticos separadores nos espaços inter-proximais entre os dentes definidos como apoios e os dentes adjacentes. Estes elásticos mantiveram-se durante uma semana, sendo então selecionadas as bandas que melhor se ajustavam aos dentes em causa.

Com as bandas colocadas nos respetivos dentes, depois de selecionada a moldeira mais adequada, foi feita uma impressão de arrasto em alginato (Orthoprint® da Zhermack). As bandas foram então removidas da boca e ajustadas na posição correta no molde e o modelo foi passado a gesso pedra tipo III.

Adaptou-se então o parafuso ao modelo em gesso, deixando toda a estrutura metálica a cerca de 1 mm do palato. O parafuso selecionado foi o Hyrax® click Maxi 12 da marca Dentaaurum.

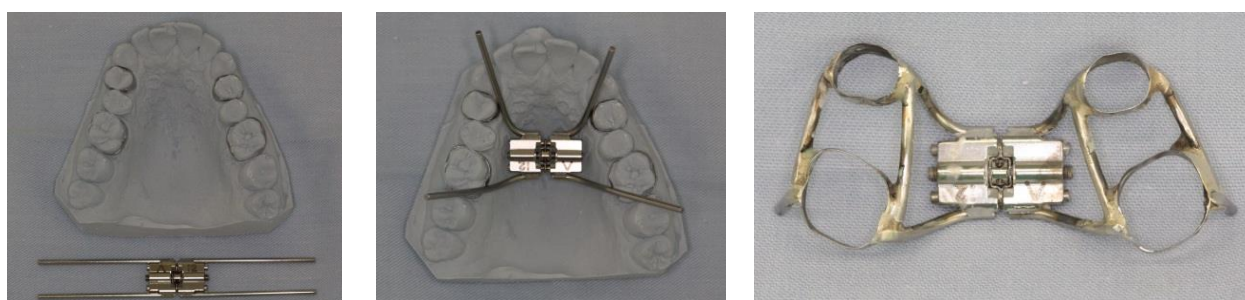


Figura 12 – Fotografias da confeção do aparelho disjuntor. Modelo em gesso com bandas em primeiros pré-molares e primeiros molares e parafuso Hyrax®. Adaptação do parafuso ao modelo em gesso. Vista oclusal do aparelho disjuntor.

A seta indicativa da abertura do parafuso foi colocada no sentido antero-posterior. Soldaram-se as bandas às hastes do parafuso e, posteriormente, soldaram-se dois segmentos de arame redondo que uniram por vestibular as bandas dos pré-molares e molares e, por palatino, as bandas dos pré-molares aos molares e também às hastes do

parafuso (figura 12). O arame usado com o objetivo de tornar o aparelho mais rígido e menos suscetível às torções foi o remanium<sup>®</sup> 1.2 mm da marca Dentaaurum<sup>®</sup>.

Em relação aos aparelhos de tipo Hyrax convencionais, o aparelho confeccionado pelo autor sofreu uma modificação. Segmentos de metal com cerca de 1 cm de comprimento igual ao da haste do parafuso foram soldados na vertical, por vestibular, nas bandas dos molares. Esta alteração visa evidenciar radiograficamente efeito indesejado da inclinação a nível molar, a efetuar num trabalho posterior ao do presente estudo.

A soldadura foi efetuada com solda de prata com fundente incorporado da marca PD Produits Dentaires SA<sup>®</sup>.

Antes da verificação em boca, a abertura do parafuso foi conferida. Depois, colocaram-se novamente elásticos separadores da mesma forma que anteriormente e testou-se os aparelhos, a sua inserção e a sua adaptação.

A colocação dos aparelhos antecedeu a cirurgia entre um e quatro dias. Foram colocados novamente elásticos separadores para espaçamento entre os dentes onde seriam cimentadas as bandas.

A preparação dos dentes para cimentação foi feita com escova rotativa e pasta de profilaxia Detatrine da Septodont<sup>®</sup>. De seguida fez-se o isolamento relativo com rolos de algodão e procedeu-se à cimentação. Utilizou-se cimento de ionómero de vidro de marca Meron<sup>®</sup> do fabricante Voco<sup>®</sup>.

O aparelho permaneceu passivo na boca até à cirurgia.

Na data da colocação do aparelho, os pacientes foram aconselhados a vir acompanhados, por alguém que pudesse fazer a ativação do disjuntor na impossibilidade de eles próprios o conseguirem. Foram devidamente instruídos sobre a ativação e higienização do aparelho.

### **Ativação do aparelho disjuntor**

A primeira ativação do disjuntor é feita ainda durante a cirurgia.

Depois de um período de latência de 5 dias, o paciente foi instruído para ativar o aparelho um quarto de volta de manhã e um quarto de volta à noite num total de 0.5 mm por dia, até ser alcançada a expansão pretendida.

O período de ativação variou entre 12 e 24 dias. O parafuso foi bloqueado com fio de arame e o aparelho mantido como contenção passiva durante cerca de 12 meses.

## **Cirurgia**

Com o aparelho disjuntor colocado em boca, as cirurgias foram feitas em bloco operatório sob anestesia geral.

As cirurgias foram executadas pela mesma equipa constituída por dois médicos estomatologistas do Serviço de Estomatologia do Centro Hospitalar de São João, EPE.

A técnica cirúrgica utilizada visa a libertação das principais zonas de resistência do maxilar superior nomeadamente, a sutura palatina média, os pilares da abertura piriforme e os pilares zigomáticos [70].

## **Técnica cirúrgica**

A técnica cirúrgica adotada consta do protocolo cirúrgico de rotina, utilizado no Serviço de Estomatologia do Centro hospitalar de São João, EPE para este tipo de procedimentos.

A cirurgia é realizada sob anestesia geral e com entubação nasotraqueal utilizando tamponamento faríngeo. Efetua-se infiltração por vestibular com quatro a seis ml de lidocaína com adrenalina a 2%, desde a região molar do primeiro quadrante até à região molar do segundo quadrante, de forma a controlar a perda hemática durante a cirurgia.

Faz-se uma incisão horizontal no fundo do vestíbulo desde o primeiro molar de um quadrante até ao primeiro molar do quadrante oposto.

Procede-se ao descolamento mucoperiosseo desde a abertura piriforme até à apófise pterigoide e de seguida faz-se sempre o descolamento da mucosa nasal evitando a sua perfuração.

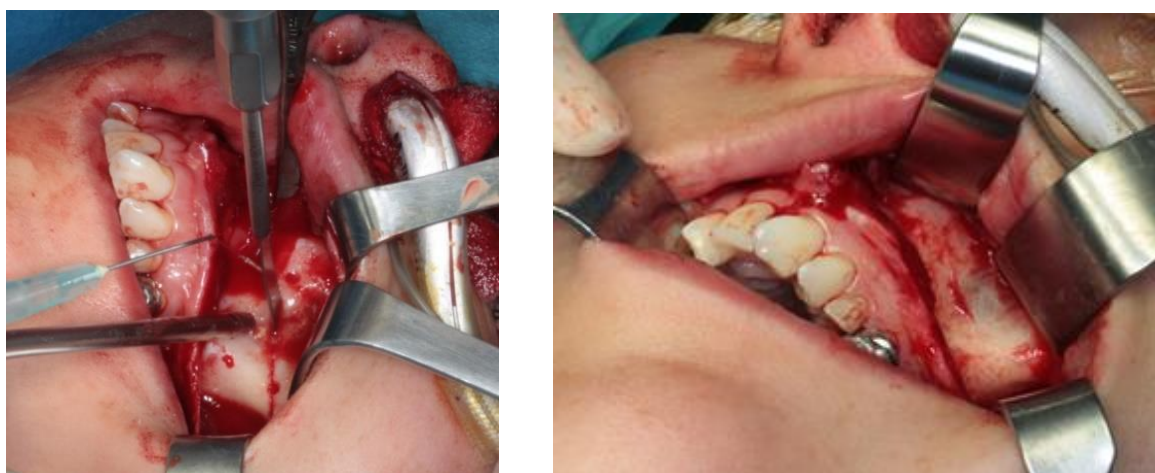


Figura 13 – Imagens da osteotomia horizontal. Fotografias cedidas pelos Drs. Nuno Gil e Tiago Fonseca

A osteotomia horizontal é feita cerca de 5mm para apical dos ápices dentários, evitando a sua lesão. Marcam-se alguns pontos de referência com broca esférica, a 30mm do bordo incisal dos caninos e a 25mm da face oclusal dos primeiros molares. Com uma serra do tipo oscilatória, faz-se a osteotomia desde a região do pilar zigomático até à parede lateral da cavidade nasal. Neste processo a mucosa nasal é protegida por um descolador do tipo Freer.

A parede lateral da cavidade nasal é então osteotomizada na sua porção mais interna com recurso a um cinzel. Procede-se à osteotomia do septo nasal inclinando o cinzel em direção ao palato.

Faz-se a osteotomia da lâmina lateral da apófise pterigoide usando um cinzel curvo.

Os procedimentos acima descritos efetuam-se bilateralmente.

Com um cinzel reto, faz-se uma outra osteotomia vertical na região anterior da maxila, desde a espinha nasal até à zona alveolar entre os incisivos centrais. De seguida dirige-se o cinzel para posterior e efetua-se a osteotomia mediana do palato.





Figura 14 – Ativação do aparelho disjuntor durante a cirurgia.

Usando a chave do disjuntor, procede-se à abertura do parafuso. O movimento de expansão do disjuntor deve acontecer sem dificuldade e de forma simétrica, caso contrário, revêm-se as osteotomias. O parafuso é ativado 15 quartos de volta (3.75mm) e retrocede 14 ficando ativo um quarto de volta (0.25mm).

Sutura-se a mucosa, usando a técnica de sutura contínua travada com fio monofilamentar absorvível.

Com o objetivo de se evitar o alargamento, faz-se uma sutura submucosa nas asas do nariz usando fio multifilamentar absorvível.

Num pós-operatório sem intercorrências, o paciente tem alta no dia seguinte, continuando no domicílio a medicação antibiótica, anti-inflamatória e analgésica.

As suturas são removidas ao fim de 10 dias numa consulta de reavaliação.

Após um período de latência de 5 dias, o paciente começa a ativação do disjuntor. Essa ativação é feita de manhã e à noite, um quarto de volta em cada período.

Durante a fase de ativação, o paciente é controlado 2 vezes por semana pelo ortodontista até que seja atingida a expansão pretendida.

## Rinomanometria

O Comité Internacional para a Estandardização da Rinomanometria concluiu que a rinomanometria anterior ativa é o método de eleição para medir a resistência nasal [67].

Os exames de RAA foram efetuados no Serviço de Pneumologia do Centro Hospitalar de São João, EPE, pelo mesmo operador com recurso ao MasterScreen Body Jaeger®.



Figura 15 – Fotografia que ilustra a realização do exame de rinomanometria

Os exames realizaram-se segundo o protocolo emitido pelo Comité Internacional para a Estandardização da Rinomanometria em 1983 [68].

Antes de se efetuarem as medições, o paciente permaneceu em repouso cerca de 30 min. A sala da realização da prova mantém condições de temperatura e humidade relativamente estáveis.

Foi usado um descongestionante nasal cloridrato de xilometazolina, 1 mg/ml, gotas nasais.

Após limpeza das cavidades nasais, mantendo a posição de sentado e com a cabeça ligeiramente inclinada para trás, aplicou-se 2 gotas em cada cavidade nasal e aguardou-se cerca de 10 minutos.

## Medição da pressão e fluxo

Uma das cavidades nasais do paciente é ocluída com um adaptador maleável feito de esponja. Para medir a pressão das coanas, liga-se um tubo ao adaptador. A medição do fluxo no lado livre do nariz é feita através de uma máscara transparente devidamente adaptada à face do paciente. Esta máscara tem um orifício central ligado a um pneumotacógrafo. O pneumotacógrafo converte o sinal de fluxo numa pressão diferencial que pode ser medida através de um transdutor de pressão eletrónico.

Instrui-se o paciente para respirar calmamente. São necessárias 3 a 5 ciclos respiratórios para medir e avaliar a média do fluxo nasal e da resistência.

Depois encerra-se a cavidade nasal oposta e mede-se o lado livre.

O exame é monitorizado em tempo real pelo técnico cardiopneumologista, que vai verificando o gráfico do fluxo e da resistência.

### Rhinomanometrie

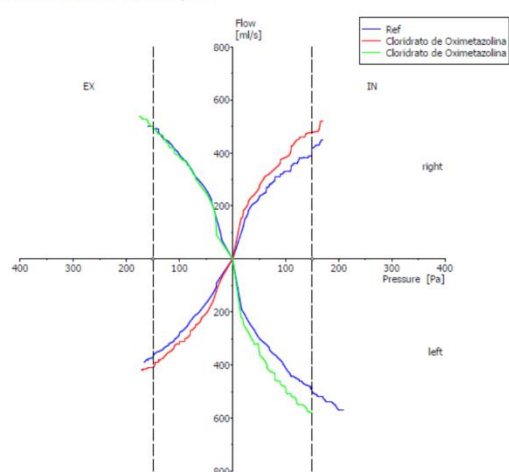


Figura 16 – Exemplo da representação gráfica dos resultados do exame de rinomanometria

A recolha de dados é expresso numa escala gráfica x-y segundo o modelo matemático de Broms. O eixo das ordenadas representa o fluxo e o das abcissas o gradiente de pressão.

Na representação as medições das cavidades nasais direita e esquerda aparecem no mesmo gráfico. A parte direita do gráfico mostra-nos a inspiração enquanto a parte esquerda representa a fase expiratória.

Os valores rinamométricos devem expressar-se em unidades do sistema internacional, i.e., a pressão em Pa e o fluxo em cm<sup>3</sup>/seg.

Para a elaboração dos resultados, o Comité para a Estandardização da Rinomanometria acordou as seguintes normas pelas quais nos regemos[68, 69]:

1. A resistência aérea nasal é registada a uma pressão fixa (150Pa);
2. Assumindo-se que não é totalmente exata, aceita-se a equação  $R=\Delta P/\Delta V$ ;
3. Não se considera necessário protocolizar a técnica para produzir descongestão nasal; cada investigador deve escolher o seu método preferido e referi-lo no procedimento;
4. Recomenda-se uma média de 3 a 5 ciclos de forma a obter valores médios.

A resistência é normalmente expressa como a resistência calculada a 150 Pa na fase inspiratória da rinomanometria.

A resistência nasal total que foi o valor usado neste estudo, deriva da fórmula

$$R_t = R_e \cdot R_d / (R_e + R_d)$$

R<sub>t</sub> resistência total

R<sub>e</sub> resistência esquerda

R<sub>d</sub> resistência direita

### **Desenho do estudo**

O estudo decorreu em duas fases:

- T0 - antes da cirurgia
- T1 - 6 meses depois da cirurgia

Em T0 foi efetuado o exame radiográfico de telerradiografia pósterio-anterior (PA) e de rinomanometria anterior ativa em cada paciente

Em T1 foram efetuados novos exames de telerradiografia PA e rinomanometria

Entre T0 e T1 procedeu-se à aquisição de telerradiografia PA, na fase de máxima expansão, aquando do bloqueio do parafuso, esses elementos não fizeram, no entanto parte deste estudo.

## **Radiologia**

Os exames radiológicos efetuados aos pacientes, durante o estudo foram realizados pela mesma técnica do Serviço de Radiologia do Centro Hospitalar de S. João, EPE. O aparelho usado para a aquisição das imagens radiográficas foi o ortopantomógrafo Orthophos XGplus Sirona®.

A imagem radiográfica digitalizada da cavidade nasal foi medida com recurso ao programa de software Gimp® 2.8 14 e a uma régua milimétrica.

Todas as medições foram realizadas em imagens digitais devidamente calibradas pela inclusão de régua, em pixel, tendo sido posteriormente feita a conversão matemática para milímetros.

## **Medição da cavidade nasal**

A largura da cavidade nasal foi calculada através da medição linear dos pontos NC-CN do cefalograma frontal de Ricketts.

As medições foram efetuadas nos exames radiográficos obtidos em T0 e T1.

## **Análise estatística**

A análise de dados foi efetuada em colaboração com o Serviço de Consultadoria de Bioestatística do MEDCIDS (departamento de Medicina da Comunidade Informação e Decisão em Saúde) da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.

## **Métodos**

As variáveis categóricas são descritas através de frequências absolutas (n) mediana, mínimo, máximo e percentis.

Foram testadas hipóteses sobre a distribuição de variáveis contínuas com distribuição não normal, através da utilização dos testes não paramétricos de Mann-Whitney. Para testar a

hipótese de diferenças entre lateralidade (direita *versus* esquerda) foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon.

Em todos os testes de hipóteses foi considerado um nível de significância de  $\alpha=5\%$ .

A análise foi efetuada utilizando o programa de análise estatística de dados SPSS® v.24.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

# Resultados

O grupo de estudo é composto por 15 pacientes, 7 do género masculino e 8 do feminino, com idades compreendidas entre os 17 e os 36 anos. A média de idades é de 22.7 anos (tabela 1).

Tabela 1. Caracterização demográfica da amostra do grupo intervencionado

Paciente	Idade	Género
1	19	masc.
2	17	fem.
3	23	fem.
4	22	fem.
5	24	masc.
6	21	fem.
7	25	masc.
8	26	fem.
9	20	masc.
10	36	fem.
11	24	masc.
12	19	fem.
13	17	masc.
14	23	masc.
15	24	fem.

masc. – masculino; fem. - feminino

O grupo de controlo é composto por 10 elementos, 4 do género feminino e 6 do masculino com idades compreendidas entre os 16 e os 30 anos, com uma média de idade de 22.3 anos (Tabela 2)

Tabela 2. Caracterização demográfica do grupo de controlo

Paciente	Idade	Género
1	22	masc.
2	22	masc.
3	21	fem.
4	23	masc.
5	30	fem.
6	16	fem.
7	26	masc.
8	23	masc.
9	24	fem.
10	16	masc.

masc. – masculino; fem. - feminino

O estudo ocorreu em dois tempos, T0 e T1, para ambos os grupos. Em relação ao grupo de estudo, T0 representa o momento antes da cirurgia e, T1, 6 meses após a cirurgia. Para o grupo de controlo, temos T0 como o momento da primeira rinomanometria e T1 o momento da segunda rinomanometria, efetuada cerca de 6 meses após a primeira.

No exame de rinomanometria anterior ativa as medições da resistência nasal na inspiração são efetuadas a 150 Pa alternadamente nas cavidades nasais direita e esquerda. Para cálculo da resistência nasal total recorre-se à fórmula  $R_{total} = R_d \cdot R_e / (R_d + R_e)$ , em que  $R_{total}$  representa a resistência nasal total na inspiração,  $R_d$  representa a resistência inspiratória medida na narina direita e  $R_e$  a resistência inspiratória medida na narina esquerda. Na tabela 3, estão representados os valores da resistência nasal total em T0 e T1 e os valores da largura nasal obtidos antes da cirurgia (T0) e após a cirurgia (T1).



Tabela 3. Resistência nasal total na inspiração e largura nasal em T0 e T1

Paciente	Resistência (Pa/cm <sup>3</sup> /s)		Largura nasal (mm)	
	T0	T1	T0	T1
1	0.15	0.17	34.40	35.63
2	0.24	0.15	34.09	37.67
3	0.62	0.26	30.71	32.86
4	0.18	0.16	34.19	35.01
5	0.23	0.22	27.85	29.69
6	0.22	0.20	34.60	35.01
7	0.25	0.24	32.55	33.99
8	0.33	0.19	25.08	26.00
9	0.24	0.19	33.78	34.60
10	0.24	0.23	37.47	38.29
11	0.20	0.16	31.12	33.17
12	0.29	0.16	30.92	31.74
13	0.18	0.16	34.60	35.63
14	0.60	0.44	32.76	33.99
15	0.31	0.29	30.71	31.33

T0 – o momento antes da cirurgia; T1 – 6 meses após a cirurgia

A resistência nasal total em T0 varia entre 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 0.62 Pa/cm<sup>3</sup>/s com uma mediana de 0.24 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Em T1 essa variação localiza-se entre 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 0.44 Pa/cm<sup>3</sup>/s com uma mediana de 0.19 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Observa-se uma alteração estatisticamente significativa (p=0.002) no sentido da diminuição da resistência nasal total entre T0 e T1 (tabela 4).

Tabela 4 – Associação entre medições em diferentes “tempos” (T0 e T1)

	Min	P 25	Mediana	P 75	Max	n	p-value <sup>1</sup>
resist1_total_150	,15	,20	,24	,31	,62	15	0,002
resist2_total_150	,15	,16	,19	,24	0,44	15	
larg.nasal_pix_inicial	245,00	300,00	320,00	336,00	366,00	15	0,001
larg.nasal_pix_final	254,00	310,00	332,00	348,00	374,00	15	

1 – Teste de Wilcoxon

resist1\_total 150 – resistência nasal total na inspiração a 150 Pa em T0; resist2\_total\_150 – resistência nasal total na inspiração a 150 Pa em T1; larg.nasal\_pix\_inicial – largura nasal inicial em pixel em T0; larg.nasal\_pix\_final – largura nasal final em pixel em T1; Min – mínimo; P 25 – percentil 25; P 75 – percentil 75; n – frequência absoluta; T0 – o momento antes da cirurgia; T1 – 6 meses após a cirurgia

Dos 15 pacientes em estudo, verificou-se diminuição da resistência nasal total após a cirurgia em 14 deles. Num dos casos observou-se um aumento da resistência nasal total no período que compreendia o estudo (tabela 3).

Tabela 5 - Comparação entre medida da cavidade nasal em T0 e T1 e conversão de pixel para mm

Paciente	T0		T1		Diferença mm
	pixel	mm	pixel	mm	
1	336	34.40	348	35.63	1.23
2	333	34.09	368	37.67	3.58
3	300	30.71	321	32.86	2.15
4	334	34.19	342	35.01	0.82
5	272	27.85	290	29.69	1.84
6	338	34.60	342	35.01	0.41
7	318	32.55	332	33.99	1.44
8	245	25.08	254	26.00	0.92
9	330	33.78	338	34.60	0.82
10	366	37.47	374	38.29	0.82
11	304	31.12	324	33.17	2.05
12	302	30.92	310	31.74	0.82
13	338	34.60	348	35.63	1.03
14	320	32.76	332	33.99	1.23
15	300	30.71	306	31.33	0.62

T0 – o momento antes da cirurgia; T1 – 6 meses após a cirurgia

Pode-se verificar um aumento da cavidade nasal entre T0 e T1 para todos os pacientes (Tabelas 3 e 5).



Figura 17 - Telerradiografias pósterio-anterior (da esquerda para a direita): T0 (pré-cirurgia); fase intermédia (máxima expansão); T1 (6 meses após cirurgia)

A largura nasal inicial (T0) varia entre 25.08 e 37.47 mm (245 e 366 pixel) com uma mediana de 32.76 mm (320 pixel). A largura nasal final (T1) varia entre 26.00 e 38.29 mm (254 e 374 pixel) com uma mediana de 33.99 mm (332 pixel). Verificou-se um aumento da largura nasal estatisticamente significativa ( $p=0.001$ ) para todos os casos (Tabelas 4 e 5).

Tabela 6. Resultado da rinomanometria em T0 e T1 para o grupo controlo

Paciente	Resistência	
	T0	T1
1	0.66	0.61
2	0.41	0.41
3	1.46	1.46
4	0.37	0.37
5	0.23	0.23
6	0.32	0.32
7	0.49	0.49
8	0.48	0.48
9	0.72	0.73
10	0.21	0.24

T0 – primeira rinomanometria; T1 – 6 meses após a primeira rinomanometria

Em relação ao grupo controlo verificamos que a resistência nasal total em T0 varia entre 0.21 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Em T1 essa variação localiza-se entre 0.23 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s (tabela 4). Quer em T0 como em T1 a mediana é de 0.45 Pa/cm<sup>3</sup>/s (tabela 6).

A mediana da alteração da resistência entre T1 e T2 para o grupo controlo foi de 0.00 para p=0.008 (tabela 10). Verifica-se que estatisticamente não há alteração da resistência nasal total entre a primeira e a segunda medição de rinomanometria no grupo controlo.

Os resultados mostram que não se observam diferenças estatisticamente significativas quer em T0 (p=0.670) quer em T1 (p=0.396) entre o lado esquerdo e o lado direito para o grupo de estudo. O mesmo se passa com o grupo controlo em T0 (p=0.386) e T1 (p=0.386) (Tabelas 7 e 8). Podemos concluir que existe homogeneidade entre as cavidades nasais direita e esquerda.

Tabela 7 - Resistência 150 Pa. Comparação entre os valores da rinomanometria entre os lados esquerdo e direito – Grupo de estudo

	Min	P 25	Mediana	P 75	Max	n	p-value <sup>1</sup>
T0 narina esquerda	,27	,36	,42	,75	2,50	15	0,670
T0 narina direita	,24	,30	,49	,79	1,75	15	
T1 narina esquerda	,27	,29	,37	,61	,81	15	0,396
T1 narina direita	,26	,33	,39	,56	1,55	15	

1 – Teste de Wilcoxon

T0 – antes da cirurgia; T1 – 6 meses após a cirurgia

Tabela 8 - Resistência 150Pa. Comparação dos valores da rinomanometria entre os lados esquerdo e direito – Grupo controlo

	Min	P 25	Mediana	P 75	Max	n	p-value <sup>1</sup>
T0 narina esquerda	,57	,62	,80	1,53	2,50	10	0,386
T0 narina direita	,24	,71	1,00	1,47	4,84	10	
T1 narina esquerda	,59	,64	,79	1,05	2,69	10	0,386
T1 narina direita	,31	,69	,98	1,53	4,65	10	

1- Teste de Wilcoxon

T0 – primeira rinomanometria; T1 – 6 meses após a primeira rinomanometria

Comparando os resultados da inspiração nas cavidades nasais direita e esquerda, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os casos e os controlos para cada um dos lados (Tabela 9)

Tabela 9 – Associação entre os grupos de pacientes e as medições da rinomanometria para cada lado (esquerdo, direito)

		Esquerdo			Direito		
		Casos	Controlos	P <sup>1</sup>	Casos	Controlos	P <sup>1</sup>
Resist2_resist1 (T1 e T0)	Mínimo	-1,89	-,48	0,052	-,79	-,19	0,470
	P 25	-,18	-,05		-,44	-,05	
	Mediana	-,07	,01		-,02	,01	
	P 75	-,04	,04		,07	,07	
	Máximo	,54	,19		,76	,11	
	N válido	15	10		15	10	

1 – Teste Mann Whitney

Resist2 – resistência nasal em T1; resist1 – resistência nasal em T0; P 25 – percentil 25; P 75 percentil 75; N válido – frequência absoluta; T0 – o momento antes da cirurgia; T1 – 6 meses após a cirurgia

Tabela 10 – Associação entre os grupos de pacientes e as **diferenças nas medições** da rinomanometria

		grupo			p-value
		Casos	Controlos	Total	
total2_total1 (T1 e T0)	Mínimo	-,16	-,05	-,16	0,008
	Percentil 25	-,09	,00	-,04	
	Mediana	-,02	,00	-,01	
	Percentil 75	-,01	,00	,00	
	Máximo	,64	,03	,64	
	N válido	15	10	25	

Teste de Mann Whitney

total2 – resistência nasal total em T1; total1 – resistência nasal total em T0; N válido – frequência absoluta; T0 – o momento antes da cirurgia; T1 – 6 meses após a cirurgia

Existe diferença estatisticamente significativa ( $p=0.008$ ) entre resistências em T1 e T0 comparando os casos de estudo e os controlos, sendo que a resistência diminuiu mais nos casos do que nos controlos (Tabela 10).

Em termos de resultados, podemos concluir que existe uma diminuição estatisticamente significativa ( $p=0.002$ ) na resistência nasal total no grupo de estudo após a cirurgia, enquanto no grupo que não foi sujeito a cirurgia, não houve alteração da resistência.

Verifica-se um aumento estatisticamente significativo ( $p=0.001$ ) da largura da cavidade nasal, mas não é possível estabelecer uma correlação estatística entre ambos os acontecimentos, pois o tamanho da amostra não o permite.

A principal limitação deste estudo é o tamanho da amostra, sendo desejável ampliar o número de pacientes para aumentar o poder do próprio estudo.

Em todos os pacientes do estudo foi alcançada a expansão maxilar pretendida. A expansão obtida, calculada em função de cada paciente, variou entre os 6 e 11mm. O tempo necessário para a referida expansão foi de 12 a 24 dias.



Figura 18 – Fotografias que ilustram a formação de diastema inter-incisivo e o seu fecho: (no sentido horário, com início na foto superior esquerda) colocação de aparelho disjuntor pré-cirurgia, máxima expansão, período de contenção – vista frontal; – momento da cimentação do aparelho disjuntor e momento de máxima expansão (aquando do bloqueio do parafuso) – vista oclusal



Logo após o início da expansão observou-se em todos os casos a formação de um diastema entre os incisivos centrais superiores (Figuras 18 e 19). Após o bloqueio do parafuso, o diastema fechou espontaneamente em 12 dos 15 casos tratados, tendo esse fecho variado entre 4 e 12 semanas. Em três dos casos, manteve-se um diastema entre 1 e 2 mm .



Figura 19 – Fotografias extra orais e intra orais na fase de máxima expansão e logo após remoção de aparelho de contenção

# Discussão

O objetivo primário deste estudo prospectivo e longitudinal foi averiguar de forma objetiva as alterações produzidas na permeabilidade nasal do paciente após disjunção maxilar cirurgicamente assistida.

A disjunção maxilar cirurgicamente assistida (DMCA) é um procedimento seguro e eficaz, com baixa morbidade (comparativamente à cirurgia LeFort I), que permite ganhar espaço na região anterior do arco maxilar e resolver situações de apinhamentos dentários diminuindo os casos de necessidade de extracção de peças dentárias [21].

É comumente aceite que a expansão ortopédica (expansão rápida da maxila) e a disjunção maxilar cirurgicamente assistida afetam as cavidades nasais [7, 10, 16, 17, 71, 72]. De acordo com Wriedt e colaboradores[3] e Warren e colegas[17] o alargamento da região da válvula nasal pode melhorar a passagem do ar através do nariz.

Magnusson [71] refere que os efeitos da DMCA sobre a via aérea nasal podem diferir daqueles produzidos pela disjunção rápida da maxila (DRM). Apesar de Babacan e colaboradores [16] não terem encontrado diferenças estatisticamente significativas entre o aumento do volume nasal dos pacientes sujeitos a DRM e dos submetidos a DMCA existem outros parâmetros que são importantes na avaliação das cavidades nasais. A área transversal, o fluxo nasal, a resistência nasal e a experiência subjetiva, são fatores a ter em conta na avaliação da permeabilidade nasal. Métodos diferentes de avaliação, como rinomanometria e rinometria acústica, estudam fatores distintos da via aérea e, como tal, deveriam considerar-se complementares[52].

Segundo Jones [73], em caso de cirurgia, a comparação dos valores da resistência nasal podem ser efetuados antes e após o procedimento cirúrgico, fornecendo informação importante sobre o sucesso ou não da operação em cada indivíduo.

Broms iniciou, em 1982, o uso de descongestionantes nasais para controlar a variação aleatória da resistência nasal. A reprodutibilidade das medidas da resistência nasal num nariz descongestionado é muito alta e esta técnica é recomendada quando se estudam deformidades esquelética tais como o desvio do septo [73].

Intervalos de referência standardizados ou valores médios, tal como os que existem para a função pulmonar ou para a temperatura, auxiliam o médico na sua avaliação do paciente. Em relação à avaliação da obstrução nasal, que pode ter um forte impacto

na qualidade de vida do paciente, não existem valores médios de referência ou intervalos de referência standardizados [74].

Existem vários métodos para avaliação das cavidades nasais. O método adotado para este estudo, a rinomanometria anterior ativa é, segundo Clement [69], o método de eleição para avaliação objetiva da cavidade nasal.

Em 1984 foi dado um grande passo através da standardização dos procedimentos da rinomanometria, tornando os valores comparáveis em todo o mundo [68]. Contudo, devido à anatomia individual e às funcionalidades do nariz, não foi possível ainda obter valores médios de referência para a permeabilidade nasal tendo em conta variáveis específicas [74].

Em 2014, Merkle [74] efetuou uma meta-análise onde observou os intervalos de referência e os valores médios obtidos através de testes com rinomanometria anterior ativa a uma pressão de 150 Pa com uso de descongestionante e sem uso deste em 38 ensaios selecionados. Os resultados obtidos mostram que o valor médio de referência sem o uso de descongestionantes nasais é de 0.25 Pa/cm<sup>3</sup>/s enquanto para o uso de descongestionantes é de 0.19 Pa/cm<sup>3</sup>/s.

### **Resistência nasal**

Os resultados do nosso estudo dão-nos um valor da mediana da resistência nasal total de 0.24 Pa/cm<sup>3</sup>/s antes da cirurgia e um valor da mediana de 0.19 Pa/cm<sup>3</sup>/s após a cirurgia. Os valores encontrados neste grupo antes da cirurgia variaram entre 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s de mínimo e os 0.62 Pa/cm<sup>3</sup>/s de máximo. Após a cirurgia, obtivemos valores entre os 0.15 Pa/cm<sup>3</sup>/s e os 0.44 Pa/cm<sup>3</sup>/s.

O valor da mediana da resistência nasal total no grupo de controlo foi de 0.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s em T0 e em T1, não tendo apresentado variação entre os dois tempos. Os valores em T0 variaram entre 0.21 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s, enquanto em T1 estes valores variaram entre 0.23 Pa/cm<sup>3</sup>/s e 1.46 Pa/cm<sup>3</sup>/s. A diferença de valores médios entre o grupo de estudo e o grupo de controlo pode dever-se ao facto de o grupo de controlo ter uma amostra menor que o grupo de estudo.

Os resultados da rinomanometria mostram que há uma diminuição efetiva da resistência nasal total após a cirurgia.

Tendo em conta as devidas diferenças, podemos ter como comparação alguns estudos já publicados na literatura. Magnussen[71] calculou a resistência a 75 Pa, e o cálculo da resistência foi efetuado para a inspiração/expiração. Os seus resultados mostram uma diminuição da resistência nasal quer na inspiração quer na expiração.

Os dados dos exames de rinomanometria apresentados por Zambon [19], revelam existir uma diminuição estatisticamente significativa da resistência nasal na inspiração entre o período pré-cirurgia e pós-cirurgia. Estes resultados são consonantes com os obtidos no nosso trabalho.

Num dos 15 casos deste estudo, verificou-se um aumento da resistência nasal total entre as medições feitas antes e após a cirurgia. Não possuímos dados suficientes para explicar o ocorrido.

### **Largura nasal**

Os resultados da medição da largura da cavidade nasal pré e pós disjunção mostram um aumento estatisticamente significativo ( $p=0.001$ ) da largura da cavidade nasal entre a medição pré cirurgia (T0) e a medição pós cirurgia (T1) (Figura 17).

Este resultado suporta a teoria de Starnbach [75] que defende que a região nasomaxilar sofre uma expansão de forma triangular como resultado do movimento rotacional das duas metades da maxila.

A largura nasal (NC-CN) inicial varia entre 25.08mm (245 pixel) e 37.47mm (366 pixel), com uma mediana de 32.76 mm (320 pixel). Estes valores são consonantes com os valores obtidos por Altug-Atac [18], embora o tamanho da amostra seja diferente (no trabalho do referido autor foram 10 os pacientes submetidos a disjunção maxilar cirurgicamente assistida).

A largura nasal após cirurgia apresenta o valor da mediana de 33.99 mm (332 pixel) tendo como valor mínimo 26mm (254 pixel) e máximo de 38.29 mm (374 pixel).

Deeb e colaboradores[76], usando distrator ósseo e tomografia computadorizada, verificaram a existência de um aumento de volume na cavidade nasal e que esse aumento se concentrou na parte anterior do pavimento nasal.

A zona onde ocorre esta expansão volumétrica, principalmente na região da válvula nasal, é a zona mais estreita e de maior resistência ao fluxo aéreo nasal. De acordo com Wriedt e colegas[3] e Koudstaal e colaboradores [77], uma melhoria na permeabilidade nasal está relacionada com um alargamento da válvula nasal.

A válvula nasal é a região que se estende desde a extremidade caudal da cartilagem superior até à extremidade anterior do corneto inferior. Localiza-se aproximadamente a 1.5 cm das narinas. A resistência nasal tem aqui o seu valor mais elevado e um alargamento desta região deverá reduzir a resistência nasal. Do ponto de vista clínico, uma diminuição da resistência nasal levaria a uma melhoria da permeabilidade nasal do paciente. Contudo, nem todos os pacientes têm a mesma percepção da melhoria da sua capacidade respiratória pois existe uma grande variabilidade na resposta individual [4].

Em relação à percepção subjetiva do paciente não usamos nenhuma escala de avaliação da obstrução nasal (como a “NOSE “ – Nose Obstruction Symptom Evaluation [78]). Depois da cirurgia o paciente foi inquirido em relação à sua percepção da obstrução, com uma questão de resposta simples, “melhorou, piorou ou está na mesma”. Em resposta à pergunta, dois referiram melhorias imediatas após cirurgia, onze sentiram menor obstrução que antes da cirurgia duas a três semanas depois da cirurgia, enquanto os restantes dois não se aperceberam de qualquer alteração.

Esta observação vem de encontro à literatura, em que a percepção de obstrução pode variar consideravelmente e as correlações entre os resultados objetivos e subjetivos são muitas vezes contraditórias [52, 71].

As principais áreas de suporte horizontal e vertical do maxilar são os pilares nasomaxilar, zigomaticomaxilar e pterigomaxilar. As diversas técnicas cirúrgicas propõem, de forma mais ou menos empírica, diferentes zonas de osteotomia para facilitar a expansão maxilar lateral. Alguns investigadores recomendam que se seccione as articulações ósseas do maxilar, nomeadamente os pilares zigomaticomaxilar, a sutura palatina média e a junção pterigomaxilar [47].

Alguns autores advogam a separação da lâmina lateral da apófise pterigoide, outros são de opinião que não compensa o risco de lesão do plexo pterigoide aquando da osteotomia [77].

Segundo Norman Betts, é necessário proceder à libertação das lâminas pterigoides pois estas fazem parte do esfenoide, que é um osso ímpar sem uma sutura na linha média, pelo que, as forças ortopédicas não são capazes de alargar as placas pterigoides e, por isso, a indicação da separação destas da maxila [47].

Neste estudo, em todas as cirurgias efetuadas, fez-se a separação da lâmina lateral da apófise pterigoide, o que, segundo Koudstaal, facilita a expansão lateral do maxilar [77].

Na literatura encontramos alguns estudos como os de Babacan [16], Baraldi [21], Mitsuda [79], Nada [80], Pereira-Filho [9], Prado [81] em que se procedeu à separação das lâminas laterais da apófise pterigoide. Considerando os autores que optaram pela não separação, podemos referir Aras [20], Seeberger [82] e Zambon [19].

Shetty e colaboradores, usando um modelo foto-elástico confeccionado a partir de um crânio humano mostraram que todos os pilares ósseos da maxila contribuem para a resistência à expansão. As forças resultantes da ativação do Hyrax têm repercussão em áreas bastantes distantes das zonas de aplicação dessas mesmas forças [49].

Após a cirurgia observou-se um período de latência de 5 dias antes de se iniciar a expansão, que foi executada ativando o parafuso  $\frac{1}{4}$  de volta de manhã e  $\frac{1}{4}$  de volta ao final do dia, perfazendo um total de 0.5 mm diários.

Esta atuação baseia-se nos trabalhos de Ilizarov [83] que mostrou que um período de 5 dias permite que haja reorganização capilar na zona da fratura. O restabelecer do suprimento sanguíneo leva a uma ossificação mais rápida e mais completa da zona da expansão. Ilizarov refere que uma expansão entre 0.5mm e 1mm diários é o recomendado para a manutenção de um bom aporte sanguíneo.

Betts recomenda uma ativação de 0.5 mm diários na maxila. Uma maior expansão pode causar recessão gengival na face mesial dos incisivos centrais, principalmente se houver perda óssea ou perda de inserção gengival previamente à cirurgia [47].

O grau de expansão necessária foi calculado para cada um dos pacientes. Dos 15 pacientes tratados, todos eles alcançaram a expansão pretendida num período ativo de 12 a 24 dias. Este período de tempo encontra-se dentro do limite recomendável para o tratamento, que é 4 semanas após a cirurgia, findo este período é grande o risco de haver cicatrização sem se ter alcançado a expansão desejada [47]. Não se efetuou sobre-expansão.

Em todos os casos tratados, ocorreu a formação de um diastema entre os incisivos centrais superiores. O diastema fechou espontaneamente durante a fase de contenção, em 12 dos 15 casos tratados. O período de tempo em que ocorreu o fecho variou entre 4 e 12 semanas. Tendo em conta a experiência do autor, o fecho do diastema em pacientes submetidos a expansão ortopédica da maxila, processa-se de forma mais rápida que nos pacientes tratados com DMCA.

Em consonância com o que refere a literatura [47] observou-se por mesial de cada incisivo central aderência de tecido gengival imaturo (Figura 19). Esta situação reforça a percepção de uma expansão rápida bem-sucedida, uma vez que o tecido gengival imaturo surge quando a expansão esquelética ou dentária excedem a capacidade de remodelação da gengiva aderida.

Atualmente existe muita discussão acerca do tipo de aparelho de distração (ou disjunção) a usar. Vários autores [20, 76, 80, 84-86] apontam os benefícios dos distratores com apoio ósseo. No entanto, os aparelhos de distração com apoio dentário continuam a ser muito usados, em parte devido às desvantagens apresentadas pelos aparelhos com apoio ósseo. Entre as desvantagens que estes últimos apresentam, destacam-se o aumento do tempo de cirurgia, o maior custo e a necessidade de uma segunda cirurgia para remover o aparelho. Quando o paciente apresenta um palato demasiado baixo, o seu uso não é aconselhado.

Os distratores com apoio ósseo são, contudo, os aparelhos indicados em casos de ausências dentárias que se traduzem em perda de ancoragem e em casos de problemas periodontais com perda de suporte ósseo, entre outros.

O tipo de aparelho selecionado foi o Hyrax que é um aparelho com ancoragem dentária. Apesar de semelhante na sua construção ao aparelho de Haas, é mais facilmente higienizável, e como tal recomendável para um dispositivo que deve permanecer um tempo longo em boca. Uma das desvantagens apontadas a este tipo de aparelho, é o efeito indesejável de inclinação a nível de molares. Com o objetivo de minimizar esta situação, na construção do aparelho soldou-se por vestibular uma barra de metal unindo a banda do pré-molar à banda do molar de forma a tentar tornar o aparelho mais rígido.

Depois do período ativo, o aparelho manteve-se passivamente como aparelho de contenção cerca de 1 ano. Dos 15 aparelhos cimentados, apenas 1 sofreu descimentação, situação que foi de imediato corrigida. Não se observou qualquer tipo de fratura ou fracasso nas soldaduras dos aparelhos colocados.

### **Complicações pós-cirurgia**

Após cirurgia as principais queixas apresentadas pelos pacientes referiam-se a algum edema e dor, controlável com medicação analgésica e anti-inflamatória. Um dos pacientes apresentou um quadro de ligeira parestesia na hemi-face direita, com alteração da sensibilidade. Esta manteve-se por várias semanas mas regrediu espontaneamente.

Um outro paciente apresentou queixa de pressão na zona orbital, bilateral “como se estivessem a empurrar os olhos” após ativação do aparelho disjuntor. Num artigo de Betts[47] encontramos o relato de uma situação semelhante que, segundo este, se deve à articulação do osso palatino (a apófise orbital do osso palatino faz parte do soalho da órbita) que não é seccionado durante o procedimento cirúrgico. A situação de pressão referida desapareceu espontaneamente após término do período ativo de expansão.

Não houve sinais clínicos de recessão gengival ou fenestração óssea durante o período de expansão ativa nem durante o período de contenção.

A observação clínica não detetou aparecimento de novas cáries nem houve perda de peças dentárias em qualquer um dos pacientes tratados com DMCA até ao final do período de contenção.

Doze meses depois da cirurgia não eram evidentes sinais radiográficos de reabsorção radicular em qualquer dos casos.

Os resultados do presente trabalho não corroboram o trabalho apresentado por Gunbay e colaboradores [84] que apresentam como desvantagens dos aparelhos de disjunção com ancoragem nas peças dentárias o aparecimento de problemas periodontais, a reabsorção radicular, a fenestração óssea e a perda de ancoragem.



# Conclusão

As medidas rinomanométricas e as medidas cefalométricas sofreram alteração estatisticamente significativa entre o momento pré-cirúrgico (T0) e 6 meses pós-cirurgia (T1) no grupo de estudo.

No grupo de controlo não se verificou alteração da resistência entre T0 e T1.

Dentro dos limites da metodologia aplicada, é possível concluir que houve aumento da largura da cavidade nasal (medida em NC-CN) e que houve diminuição da resistência nasal total na inspiração 6 meses após a cirurgia de disjunção maxilar cirurgicamente assistida.

Os resultados obtidos apoiam a hipótese inicial de que a disjunção maxilar cirurgicamente assistida tem, para além de outros efeitos, uma ação positiva sobre as cavidades nasais, diminuindo a resistência à passagem do ar.

Não foi possível, no entanto, estabelecer uma correlação direta entre o aumento da largura nasal e a diminuição de resistência nasal.

Verificando-se uma redução na resistência à passagem do ar após a cirurgia de disjunção maxilar, pode, em alguns casos, ser aconselhável aguardar a realização desta intervenção antes da decisão de intervenções adicionais para melhorar a permeabilidade nasal dos pacientes.

Seria desejável o desenvolvimento de mais estudos neste campo e com maior tamanho de amostra de forma a obtermos um melhor entendimento sobre as consequências da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre as cavidades nasais em geral, e sobre a permeabilidade nasal em particular.

No intuito de um melhor entendimento sobre a variação ao longo do tempo da alteração da permeabilidade nasal após disjunção maxilar cirurgicamente assistida, pretende-se dar continuidade ao estudo e proceder a novas avaliações da permeabilidade nasal em tempos futuros.

## ANEXOS

# ANEXO I

Parecer da Comissão de Ética para a Saúde

## Parecer (final)

**Projecto de investigação:** Efeito da disfunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal – avaliação da rinomanometria

**Nome da Investigadora principal:** Felismina Samúdio

**Serviço onde decorrerá o Estudo:** Serviço de Estomatologia do Centro Hospitalar de S. João

Apreciado o esclarecimento final da Investigadora às questões colocadas por esta CES na sua reunião plenária do dia 25 de Julho de 2014, a CES considera estarem respondidas satisfatoriamente as questões elencadas, já que

1. *A “informação ao participante” foi adequada para os participantes na investigação que vierem a incluir o Grupo Controlo.*
2. *Foram clarificados os procedimentos investigacionais de rotina no Serviço de Estomatologia, pelo seu Director.*
3. *Foi dada informação a esta CES pelo Senhor Director do Serviço de Pneumologia relativamente à realização neste Serviço da rinomanometria, tal como previsto no Protocolo do Estudo.*

Nesta conformidade, o parecer da CES é favorável à realização deste projecto de investigação.

Porto, 2014-08-20

O Presidente da CES do CHSJ / FMUP



Doutor Filipe Almeida

**7. SEGURO**

a. Este estudo/projecto de investigação prevê intervenção clínica que implique a existência de um seguro para os participantes?

SIM ☐ (Se sim, junte, por favor, cópia da Apólice de Seguro respectiva)

NÃO ☒

NÃO APLICÁVEL ☐

**8. TERMO DE RESPONSABILIDADE**

Eu, Felismina Maria da Costa e Silva Samúdio, abaixo-assinado, na qualidade de Investigador Principal, declaro por minha honra que as informações prestadas neste questionário são verdadeiras. Mais declaro que, durante o estudo, serão respeitadas as recomendações constantes da Declaração de Helsínquia (com as emendas de Tóquio 1975, Veneza 1983, Hong-Kong 1989, Somerset West 1996 e Edimburgo 2000) e da Organização Mundial da Saúde, no que se refere à experimentação que envolve seres humanos. Aceito, também, a recomendação da CES de que o recrutamento para este estudo se fará junto de doentes que não tenham participado em outro estudo no decurso do actual internamento ou da mesma consulta.

Porto, 7 de Junho de 2014

A Comissão de Ética para a Saúde tendo aprovado o parecer do Relator, aguarda que o Investigador/Promotor esclareça as questões nele enunciadas para que possa emitir parecer definitivo.

Felismina Samúdio

*Felismina Samúdio*

O Investigador Principal

Prof. Doutor Filipe Almeida  
Presidente da Comissão de Ética

*Felipe Almeida* 2014.06.20

PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA PARA A SAÚDE DO CENTRO HOSPITALAR DE S. JOÃO

emitido na reunião plenária da CES

de

*Considerado que foram umos esclarecidos  
o esclarecimento prestado pelo investigador,*

A Comissão de Ética para a Saúde  
APROVA por unanimidade o parecer do  
Relator, pelo que nada tem a opor à  
realização deste projecto de investigação.

2014.08.20

*Felipe Almeida*

Prof. Doutor Filipe Almeida  
Presidente da Comissão de Ética

## ANEXO II

Autorização do Conselho de Administração do Centro Hospitalar de São João EPE

Direcção  
 8/1/15

CES 131-14



Exmo. Senhor

Presidente do Conselho de Administração do  
Centro Hospitalar de S. João - EPE

**Assunto:** Pedido de autorização para realização de estudo/projecto de investigação

**Nome do Investigador Principal:**

Felismina Maria da Costa e Silva Samúdio

**Título do projecto de investigação:**

**Efeito da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal –  
avaliação através de rinomanometria.**

Pretendendo realizar no Serviço de Estomatologia do Centro Hospitalar de S. João – EPE o estudo/projecto de investigação em epígrafe, solicito a V. Exa., na qualidade de Investigador, autorização para a sua efectivação.

Para o efeito, anexa toda a documentação referida no dossier da Comissão de Ética do Centro Hospitalar de S. João respeitante a estudos/projectos de investigação, à qual endereçou pedido de apreciação e parecer.

Com os melhores cumprimentos.

Porto, 6 de Junho 2014

O INVESTIGADOR/PROMOTOR

## ANEXO III

Informação ao participante (grupo de estudo)



## **Informação ao participante**

O estudo tem por título “Efeito da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal – avaliação através de rinomanometria”.

O investigador responsável será Felismina Samúdio, que poderá ser contactada através do telefone próprio com o número 963052215 ou através do Serviço de Estomatologia do Centro Hospitalar de S. João.

A investigação tem como objectivo verificar o que acontece em termos de respiração nasal após o alargamento do maxilar superior.

A cirurgia de disjunção maxilar é o procedimento mais indicado nas situações de compressão do maxilar superior em pacientes que já terminaram a fase de crescimento activo.

Previamente à cirurgia será efectuado um exame respiratório (rinomanometria), em que se faz a avaliação da inspiração e da expiração através de cada uma das narinas. Este procedimento não traz qualquer incómodo para o paciente.

Cerca de seis meses após cirurgia, é repetido o exame respiratório e são comparados os valores. Serão também analisados os Rx efectuados antes e após a cirurgia e comparados entre si.

Através da cirurgia de disjunção maxilar aliada a tratamento ortodôntico, será possível melhorar a situação do paciente em termos funcionais e estéticos. Os riscos possíveis, são os riscos inerentes ao tratamento ortodôntico, em que poderá acontecer retracção gengival, alterações de vitalidade dentária, dor, incómodo mastigatório e desconforto pelo uso do aparelho. Os riscos inerentes à cirurgia serão explicados pela equipa cirúrgica.

O estudo vai permitir avaliar a evolução da permeabilidade nasal do paciente e orienta-lo em conformidade.

Em termos de estudo, não há riscos, pois serão comparados resultados de procedimentos habituais.

O estudo em causa não traz um acréscimo de incómodo para o paciente, uma vez que o investigador responsável é também quem executa os aparelhos de disjunção e fará todo o controlo da disjunção pré e pós-cirurgia.

O paciente participará no estudo de forma voluntária, podendo ouvir a opinião de familiares e amigos, e mesmo de outros pacientes submetidos ao mesmo tipo de tratamento.

Terá a liberdade de decidir e a possibilidade de, em qualquer altura, retirar-se do estudo sem que isso comprometa o seu relacionamento com o médico nem o respeito pelos direitos à assistência que lhe é devida.

Os seus direitos de privacidade e confidencialidade serão garantidos.

## ANEXO IV

Declaração de consentimento (paciente adulto)

# DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

*Considerando a "Declaração de Helsínquia" da Associação Médica Mundial  
(Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)*

**Designação do Estudo (em português):**

-----  
-----

**Eu, abaixo-assinado, (nome completo do doente ou voluntário são) -----**

-----, declaro não ter participado em nenhum outro projecto de investigação durante este internamento, tendo compreendido a explicação que me foi fornecida acerca do meu caso clínico e da investigação que se tenciona realizar. Foi-me ainda dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias, e de todas obtive resposta satisfatória.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação ou explicação que me foi prestada versou os objectivos, os métodos, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o tempo a minha participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo na assistência que me é prestada.

Por isso, consinto que me seja aplicado o método, o tratamento ou o inquérito proposto pelo investigador.

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 201\_\_

**Assinatura do doente ou voluntário são:** \_\_\_\_\_

O Investigador responsável:

**Nome:**

**Assinatura:**

Comissão de Ética do Centro Hospitalar de S. João – Modelo CE 01

## ANEXO V

Declaração de consentimento (paciente menor)

# DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

*Considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial  
(Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)*

**Designação do Estudo (em português):**

-----  
-----

**Eu, abaixo-assinado, (nome completo)** -----

-----

**Responsável pelo doente (nome completo)** -----

-----, declaro que o mesmo não participa em nenhum outro projecto de investigação durante este internamento, tendo compreendido a explicação que me foi fornecida acerca da sua situação clínica e da investigação que se tenciona realizar. Foi-me ainda dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias, e de todas obtive resposta satisfatória.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação ou explicação que me foi prestada versou os objectivos, os métodos, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o tempo a sua participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo na assistência que lhe é prestada.

Por isso, consinto que lhe seja aplicado o método, o tratamento ou o inquérito proposto pelo investigador.

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 201\_\_\_\_

**Assinatura do Responsável pelo doente:** \_\_\_\_\_

O Investigador responsável:

**Nome:**

**Assinatura:**

## ANEXO VI

Informação ao participante do grupo de controlo

## **Informação ao participante (grupo de controlo)**

O estudo tem por título “Efeito da disjunção maxilar cirurgicamente assistida sobre a permeabilidade nasal – avaliação através de rinomanometria”.

O investigador responsável será Felismina Samúdio, que poderá ser contactada através do telefone próprio com o número 963052215 ou através do Serviço de Estomatologia do Centro Hospitalar de S. João.

A investigação tem como objectivo verificar o que acontece em termos de respiração nasal após o alargamento do maxilar superior.

A cirurgia de disjunção maxilar é o procedimento mais indicado nas situações de compressão do maxilar superior em pacientes que já terminaram a fase de crescimento activo.

Previamente à cirurgia será efectuado uma avaliação respiratória (rinomanometria) em duas etapas distintas. Uma inicial e uma segunda passados cerca de seis meses. Este procedimento que avalia a inspiração e expiração através de cada uma das narinas não traz qualquer incómodo para o paciente. Cerca de seis meses após cirurgia, é repetido o exame respiratório e são comparados os valores. Serão também analisados os Rx efectuados antes e após a cirurgia e comparados entre si.

Através da cirurgia de disjunção maxilar aliada a tratamento ortodôntico, será possível melhorar a situação do paciente em termos funcionais e estéticos. Os riscos possíveis, são os riscos inerentes ao tratamento ortodôntico, em que poderá acontecer retracção gengival, alterações de vitalidade dentária, dor, incómodo mastigatório e desconforto pelo uso do aparelho. Os riscos inerentes à cirurgia serão explicados pela equipa cirúrgica.

O estudo vai permitir avaliar a evolução da permeabilidade nasal do paciente e orienta-lo em conformidade.

Em termos de estudo, não há riscos, pois serão comparados resultados de procedimentos habituais.

O estudo em causa não traz um acréscimo de incómodo para o paciente.

O paciente participará no estudo de forma voluntária, podendo ouvir a opinião de familiares e amigos, e mesmo de outros pacientes submetidos ao mesmo tipo de tratamento.

Terá a liberdade de decidir e a possibilidade de, em qualquer altura, retirar-se do estudo sem que isso comprometa o seu relacionamento com o médico nem o respeito pelos direitos à assistência que lhe é devida.

Os seus direitos de privacidade e confidencialidade serão garantidos.

## ANEXO VII

Póster apresentado no Congresso da WFO 2015- “Surgically assisted rapid maxillary expansion - assessment of nasal patency through rhinomanometry”



# Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) assessment of nasal patency through rhinomanometry preliminary results

Felismina Silva Samúdio<sup>1</sup>, Carla Pinto Moura<sup>1,2</sup>, Armando Dias da Silva<sup>1</sup>, João Correia Pinto<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Portugal  
<sup>2</sup> Department of Otorhinolaryngology, Centro Hospitalar de S. João, Porto  
<sup>3</sup> Department of Stomatology, Centro Hospitalar de S. João, Porto



## Abstract

The aim of this prospective and longitudinal study is to assess the radiological changes in nasal width after surgically assisted rapid maxillary expansion and evaluate through rhinomanometry the evolution of nasal patency.

## Introduction

Surgically assisted rapid maxillary expansion associates a surgical procedure with orthodontic treatment. It is frequently used to treat skeletal maxillary transverse deficiency in skeletally mature and non-growing individuals. Several studies have shown that maxillary expansion leads to changes in the transverse dimension of the maxilla and nasal cavity, providing an improvement in the patient's breathing.

**Rhinomanometry** is a test that evaluates the nasal patency with simultaneous measurement of nasal flow and nasal pressure.

### Review of the literature

1860 – Orthopaedic maxillary expansion first described by Angell in a case report<sup>1</sup>  
1938 – Brown described a technique of SARME with midpalatal splitting in his textbook<sup>2</sup>  
1961 – Haas publishes a study of 45 patients treated initially with opening of Palatine suture<sup>3</sup>  
1980s – Glassman *et al*, Alpern and Yurosko, Lehman and Haas reported successful expansion in humans performed with a Hyrax appliance following a lateral osteotomy from the piriform rim to the pterygoid plate without palatal surgery<sup>2</sup>

### Rhinomanometry

Measurement of the pressure encountered by air passing through the nasal cavity. Active anterior rhinomanometry (the patient is actively breathing through one nasal cavity while the narinochoanal pressure difference is assessed in the contralateral nasal cavity) is the most commonly used method of rhinomanometry.<sup>4</sup>

The nasal valves are the minimal cross-sectional areas of the nose and, therefore, the site of greatest resistance to nasal airflow. Rapid maxillary expansion promotes the separation of the maxillary bones in a pyramidal shape in which maximum expansion is at the level of the incisors, just below the nasal valves.<sup>5</sup>



## Material and Methods

### Patients:

- Inclusion criteria**
  - 15 skeletally mature patients (8 female and 7 male);
  - ages between 17 and 36 years.
- Exclusion criteria:**
  - Syndromic patients.
  - Nasal pathology



A Hyrax appliance with orthodontic bands on the first molars (or second in case of missing first) and first premolars was used in all patients.

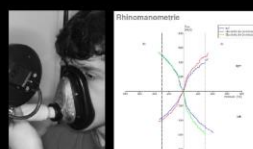


All patients were operated by the same surgical team under general anesthesia. Incisions and bilateral osteotomies were performed on the maxillary lateral walls from the piriform aperture to the pterygoid fissure. The pterygoid fissures were separated on both sides with an osteotome. A minor vertical osteotomy was also carried out at the anterior spine with an osteotome. The Hyrax expander was activated 15 turns during surgery to verify the success of the osteotomy, and then closed 14 turns, remaining an opening of 0.25mm.



After a latency period of 5 days the patients were instructed to start activating the appliance with one turn twice a day (0.5mm). The active expansion period ranged from 12 to 24 days depending on the patient. Then the appliance was locked and left as a passive retainer for at least six months.

The radiographic examinations were taken by the same technician. The cephalometric analysis was performed using the program NemoCeph. Active anterior rhinomanometry was performed by the same operator as a standard procedure. The nasal cavity was measured using Gimp 2.8 and a volumetric ruler.



**Nasal resistance** is the numerical relation between transnasal pressure and flow.<sup>6</sup>

nasal resistance at 150 Pa

$$R = \Delta p / \Delta V$$

$$R_t = R_l \times R_r / (R_l + R_r)$$

R: resistance;  
p: pressure;  
V: flow;  
Rt: total nasal resistance;  
Rr: right resistance;  
Rl: left resistance

Evaluations took place in two stages:  
T0 – before surgery: posterior-anterior cephalometric radiograph and rhinomanometry.  
T1 – about six months after surgery: posterior-anterior cephalometric radiograph and rhinomanometry

## Results



**Initial nasal width (T0)**  
Varies between 24.5 and 36.6mm  
Average : 31.6mm

**Initial nasal resistance (T0)**  
Varies between 0.15 and 0.62 Pa/cm<sup>3</sup>/s  
Average 0.29 Pa/cm<sup>3</sup>/s

**Final nasal width (T1)**  
Varies between 25.4 and 37.4mm  
Average : 32.8mm

**Final nasal resistance (T1)**  
Varies between 0.15 and 0.44 Pa/cm<sup>3</sup>/s  
Average 0.21 Pa/cm<sup>3</sup>/s

In one case there was an increase of nasal resistance



## Conclusions

This study allows us to quantify objectively the changes in nasal width and nasal resistance induced by surgically assisted rapid maxillary expansion

These preliminary results whose statistical relevance should be further analyzed seem to point towards an

- Increased nasal width in all patients
- Decreased nasal resistance in 93.3% of the cases

It is intended to expand this study in order to consolidate these data and thus assess its clinical significance.

### Acknowledgements

- Nuno Gil, Department of Stomatology, Centro Hospitalar de S. João
- Tiago Fonseca, Department of Stomatology, Centro Hospitalar de S. João
- Paula Cardoso, Department of Radiology, Centro Hospitalar de S. João
- Paulo Viana, Department of Pneumology, Centro Hospitalar de S. João
- Agostinho Marques, Department of Pneumology, Centro Hospitalar de S. João

### References

1. Timms DJ. The dawn of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1999; 69(3):247-50
2. Koudstaal *et al*. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34: 709-714
3. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965; 35:200-17
4. CLEMENT PAR. Committee report on standardization on rhinomanometry. *Rhinology* 1984
5. De Felipe *et al*. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short- and long-term effects. *AIOR* 2008; 134:3
6. McCaffrey, Thomas V. "Nasal Function and Evaluation" *Byron J. Bailey's Head and Neck Surgery - Otolaryngology*. 3rd edition. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins; 2001:261-271

## ANEXO VIII

Póster apresentado no Congresso da OMD 2016- “Expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida - avaliação da permeabilidade nasal por rinomanometria.”



# Expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida (ERMCA) avaliação da permeabilidade nasal por rinomanometria

Felismina Silva Samúdio, Médica Dentista FMDUP, aluna de Mestrado de Cirurgia Ortognática e Ortodontia FMUP  
Carla Pinto Moura, Serviço de Otorrinolaringologia Centro Hospitalar de São João, Faculdade de Medicina do Porto  
Armando Dias da Silva, Médico Dentista FMDUP, Faculdade de Medicina do Porto  
João Correia Pinto, Serviço de Estomatologia Centro Hospitalar de São João



## Introdução

A **expansão rápida da maxila** (ou disjunção maxilar) assistida cirurgicamente associa um procedimento cirúrgico ao tratamento ortodôntico. É frequentemente usado para tratar deficiências maxilares transversais em indivíduos com maturidade esquelética. Vários estudos têm mostrado que a expansão maxilar conduz a alterações na dimensão transversal da cavidade nasal e da maxila, proporcionando uma melhoria na respiração do paciente.

A **rinomanometria** é um teste que avalia a permeabilidade nasal com medição simultânea do fluxo nasal e pressão.

## Objectivos

O objetivo deste estudo foi investigar as alterações esqueléticas que ocorrem no plano transversal da cavidade nasal após a expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente e verificar através da rinomanometria a evolução da permeabilidade nasal.

## Material e métodos

A amostra é composta por 15 pacientes com maturidade esquelética (8 do sexo feminino e 7 do sexo masculino) com idades compreendidas entre os 17 e os 36 anos.

Todos os pacientes apresentavam deficiência maxilar transversal com indicação para ERMCA.



Em todos os pacientes foi usado um aparelho Hyrax, com bandas nos primeiros molares (segundos no caso de ausência dos primeiros) e primeiros pré-molares superiores.

Os aparelhos foram confeccionados pelo autor do estudo e colocados passivamente alguns dias antes da cirurgia.

Todos os pacientes foram operados pela mesma equipa cirúrgica sob anestesia geral.

A técnica cirúrgica utilizada pressupõe a realização bilateral de incisões e osteotomia nas paredes maxilares desde a abertura piriforme até à fissura pterigopalatina.

As apófises pterigoides foram separadas em ambos os lados com recurso a um osteótomo.

No decurso da cirurgia, o Hyrax foi activado 15 voltas para assegurar o sucesso da osteotomia, retrocedeu-se 14 voltas, permanecendo uma abertura de 0.25mm.



Após um período de latência de 5 dias, os pacientes foram instruídos a activar o aparelho ¼ de volta de manhã e ¼ de volta à noite (0.5mm). O período de expansão activa variou entre 12 e 24 dias dependendo do paciente. O parafuso foi depois bloqueado e o aparelho deixado como retentor passivo num período mínimo de seis meses.

A avaliação ocorreu em duas etapas:

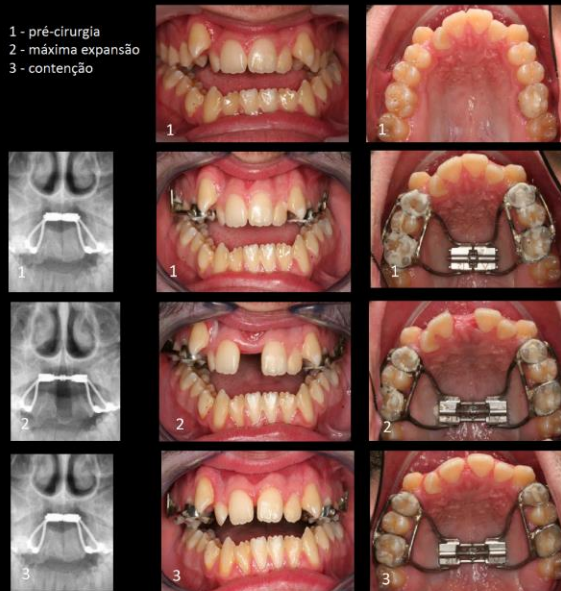
T0 - antes da cirurgia - telerradiografia pósterio-anterior e rinomanometria.

T1 - cerca de seis meses após a cirurgia, foi realizada telerradiografia pósterio-anterior e rinomanometria.

Os dados das duas fases foram comparados.

## Resultados

- 1 - pré-cirurgia
- 2 - máxima expansão
- 3 - contenção



### Medição nasal

Paciente	Idade (anos)	Sexo	Altura (cm)	Peso (kg)	Resistência nasal (mmHg)	Fluxo nasal (L/min)	Resistência nasal (mmHg)	Fluxo nasal (L/min)
1	18	F	165	65	1.2	1.2	1.2	1.2
2	22	F	160	55	1.5	1.5	1.5	1.5
3	25	F	165	60	1.8	1.8	1.8	1.8
4	28	F	170	65	2.0	2.0	2.0	2.0
5	30	F	175	70	2.2	2.2	2.2	2.2
6	32	F	180	75	2.5	2.5	2.5	2.5
7	35	F	185	80	2.8	2.8	2.8	2.8
8	38	F	190	85	3.0	3.0	3.0	3.0
9	40	F	195	90	3.2	3.2	3.2	3.2
10	42	F	200	95	3.5	3.5	3.5	3.5
11	45	F	205	100	3.8	3.8	3.8	3.8
12	48	F	210	105	4.0	4.0	4.0	4.0
13	50	F	215	110	4.2	4.2	4.2	4.2
14	52	F	220	115	4.5	4.5	4.5	4.5
15	55	F	225	120	4.8	4.8	4.8	4.8



### Rinomanometria

Paciente	Idade (anos)	Sexo	Altura (cm)	Peso (kg)	Resistência nasal (mmHg)	Fluxo nasal (L/min)	Resistência nasal (mmHg)	Fluxo nasal (L/min)
1	18	F	165	65	1.2	1.2	1.2	1.2
2	22	F	160	55	1.5	1.5	1.5	1.5
3	25	F	165	60	1.8	1.8	1.8	1.8
4	28	F	170	65	2.0	2.0	2.0	2.0
5	30	F	175	70	2.2	2.2	2.2	2.2
6	32	F	180	75	2.5	2.5	2.5	2.5
7	35	F	185	80	2.8	2.8	2.8	2.8
8	38	F	190	85	3.0	3.0	3.0	3.0
9	40	F	195	90	3.2	3.2	3.2	3.2
10	42	F	200	95	3.5	3.5	3.5	3.5
11	45	F	205	100	3.8	3.8	3.8	3.8
12	48	F	210	105	4.0	4.0	4.0	4.0
13	50	F	215	110	4.2	4.2	4.2	4.2
14	52	F	220	115	4.5	4.5	4.5	4.5
15	55	F	225	120	4.8	4.8	4.8	4.8



Os resultados mostram o seguinte:

Aumento de largura nasal em todos os pacientes

Diminuição da resistência nasal em 14 dos 15 pacientes em estudo.

## Conclusões

Este estudo permite-nos quantificar objectivamente as alterações que ocorreram na largura nasal e na resistência nasal após expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida.

Verificando-se uma redução na resistência ao ar após a cirurgia de expansão maxilar, pode, em alguns casos, ser aconselhável aguardar a realização desta intervenção antes da decisão de intervenções adicionais para melhorar a capacidade de respiração dos pacientes.

### Agradecimentos:

- Nuno Gil, Serviço de Estomatologia, Centro Hospitalar de S. João
- Tiago Fonseca, Serviço de Estomatologia, Centro Hospitalar de S. João
- Paula Cardoso, Serviço de Radiologia, Centro Hospitalar de S. João
- Paulo Viana, Serviço de Pneumologia, Centro Hospitalar de S. João
- Agostinho Marques, Serviço de Pneumologia, Centro Hospitalar

### Bibliografia

1. Timmer DS. The dawn of rapid maxillary expansion. Angle Orthod 1999;69(3):247-50.
2. Koudstaal et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg 2005;34:709-714.
3. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. Angle Orthod 1960;30:200-17.
4. CLIMONT PAB. Committee report on standardization on Rhinomanometry. Rhinology 1984.
5. De Felippe et al. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: Short- and long-term effects. AJODO 2008;134:3.
6. McCaffrey, Thomas W. "Nasal Function and Evaluation" Byron J. Bailey's Head and Neck Surgery - Otolaryngology. 3rd edition. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins; 2003:263-271.

# Bibliografia

1. McNamara, J.A., *Maxillary transverse deficiency*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2000. **117**(5): p. 567-70.
2. Silverstein, K. and P.D. Quinn, *Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency*. J Oral Maxillofac Surg, 1997. **55**(7): p. 725-7.
3. Wriedt, S., et al., *Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion An Acoustic Rhinometric, Morphometric and Sonographic Investigation*. Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie, 2001. **62**(2): p. 107-115.
4. Doruk, C., et al., *Comparison of nasal volume changes during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry and computed tomography*. Eur J Orthod, 2007. **29**(3): p. 251-5.
5. Bresolin, D., et al., *Mouth breathing in allergic children: Its relationship to dentofacial development*. American Journal of Orthodontics, 1983. **83**(4): p. 334-340.
6. Haas, A.J., *The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture*. Angle Orthod, 1965. **35**: p. 200-17.
7. Hershey, H.G., B.L. Stewart, and D.W. Warren, *Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion*. American Journal of Orthodontics, 1976. **69**(3): p. 274-284.
8. da Silva Filho, O.G., L.A. Montes, and L.F. Torelly, *Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1995. **107**(3): p. 268-75.
9. Pereira-Filho, V.A., et al., *Volumetric upper airway assessment in patients with transverse maxillary deficiency after surgically assisted rapid maxillary expansion*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2014. **43**(5): p. 581-6.
10. Basciftci, F.A., et al., *Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions?* Angle Orthodontist, 2002. **72**(2): p. 118-123.
11. Enoki, C., et al., *Effect of rapid maxillary expansion on the dimension of the nasal cavity and on nasal air resistance*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2006. **70**(7): p. 1225-30.
12. Betts, N.J., et al., *Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1995. **10**(2): p. 75-96.
13. Berger, J.L., et al., *Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1998. **114**(6): p. 638-45.
14. Mommaerts, M.Y., *Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion*. Br J Oral Maxillofac Surg, 1999. **37**(4): p. 268-72.
15. Bell, W.H. and B.N. Epker, *Surgical-orthodontic expansion of the maxilla*. American Journal of Orthodontics, 1976. **70**(5): p. 517-528.
16. Babacan, H., et al., *Rapid maxillary expansion and surgically assisted rapid maxillary expansion effects on nasal volume*. Angle Orthod, 2006. **76**(1): p. 66-71.
17. Warren, D.W., et al., *The nasal airway following maxillary expansion*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1987. **91**(2): p. 111-6.
18. Altug-Atac, A.T., et al., *Changes in nasal structures following orthopaedic and surgically assisted rapid maxillary expansion*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2010. **39**(2): p. 129-35.

19. Zambon, C.E., et al., *Orthodontic measurements and nasal respiratory function after surgically assisted rapid maxillary expansion: an acoustic rhinometry and rhinomanometry study*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2012. **41**(9): p. 1120-6.
20. Aras, A., et al., *Dimensional Changes of the Nasal Cavity After Transpalatal Distraction Using Bone-Borne Distractor: An Acoustic Rhinometry and Computed Tomography Evaluation*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2010. **68**(7): p. 1487-1497.
21. Baraldi, C.E., S.M. Pretto, and E. Puricelli, *Evaluation of surgically assisted maxillary expansion using acoustic rhinometry and postero-anterior cephalometry*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2007. **36**(4): p. 305-9.
22. Vinha, P.P., et al., *Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on obstructive sleep apnea and daytime sleepiness*. Sleep Breath, 2016. **20**(2): p. 501-8.
23. Netter, F.H., *Atlas of Human Anatomy*. 2011(5th edition).
24. Standring, S., *Gray's Anatomy 40th Edition*. 2008.
25. Rouvière, *Anatomia humana, descriptiva, topográfica y funcional*. 2000. **1**(10 edición): p. 73-78.
26. Enlow, D.H., *A morphogenetic analysis of facial growth*. Am J Orthod, 1966. **52**(4): p. 283-99.
27. Enlow, D.H., *Essentials of facial growth / Donald H. Enlow, Mark G. Hans*. Philadelphia : Saunders, 1996.
28. Lieberman, D.E., O.M. Pearson, and K.M. Mowbray, *Basiscranial influence on overall cranial shape*. J Hum Evol, 2000. **38**(2): p. 291-315.
29. Snodell, S.F., R.S. Nanda, and G.F. Currier, *A longitudinal cephalometric study of transverse and vertical craniofacial growth*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1993. **104**(5): p. 471-83.
30. Melsen, B. and F. Melsen, *The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material*. American Journal of Orthodontics, 1982. **82**(4): p. 329-342.
31. Bjork, A. and V. Skieller, *Growth in width of the maxilla studied by the implant method*. Scand J Plast Reconstr Surg, 1974. **8**(1-2): p. 26-33.
32. Ricketts, R.M., *The wisdom of the bioprogressive philosophy*. Seminars in Orthodontics, 1998. **4**(4): p. 201-209.
33. Vanarsdall Jr, R.L., *Transverse dimension and long-term stability*. Seminars in Orthodontics, 1999. **5**(3): p. 171-180.
34. Betts, N.J., D.H. Sturtz, and D.A. Aldrich, *Treatment of transverse (width) discrepancies in patients who require isolated mandibular surgery: the case for maxillary expansion1*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2004. **62**(3): p. 361-364.
35. Menegat, F., et al., *Assessment of nasal obstruction symptoms using the NOSE scale after surgically assisted rapid maxillary expansion*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2015. **44**(11): p. 1346-50.
36. Tollaro, I., et al., *Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1996. **110**(4): p. 417-422.
37. Guyer, E.C., et al., *Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents*. Angle Orthod, 1986. **56**(1): p. 7-30.
38. Ricketts, R.M., *Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years*. Angle Orthod, 1981. **51**(2): p. 115-50.
39. Melsen, B., *Palatal growth studied on human autopsy material*. American Journal of Orthodontics, 1975. **68**(1): p. 42-54.
40. Suri, L. and P. Taneja, *Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008. **133**(2): p. 290-302.
41. Timms, *The dawn of rapid maxillary expansion*. The Angle Orthodontist, 1999.
42. Persson, M. and B. Thilander, *Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age*. American Journal of Orthodontics, 1977. **72**(1): p. 42-52.

43. McNamaraa, J.A., *Maxillary transverse deficiency*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. **117**(5): p. 567-570.
44. Handelman, C., *Palatal expansion in adults: the nonsurgical approach*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011. **140**(4): p. 462, 464, 466 passim.
45. Handelman, C.S., et al., *Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander*. Angle Orthod, 2000. **70**(2): p. 129-44.
46. Isaacson, R.J. and A.H. Ingram, *Forces Produced By Rapid Maxillary Expansion*. The Angle Orthodontist, 1964. **34**(4): p. 261-270.
47. Betts, N.J., *Surgically Assisted Maxillary Expansion*. Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America. **24**(1): p. 67-77.
48. Bays, R.A. and J.M. Greco, *Surgically assisted rapid palatal expansion: An outpatient technique with long-term stability*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 1992. **50**(2): p. 110-113.
49. Shetty, V., et al., *Biomechanical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 1994. **52**(7): p. 742-749.
50. Graber, T.M., R.L. Vanarsdall, and K.W.L. Vig, *Ortodoncia : principios e técnicas actuales*. Elsevier España S.A. , 2006(Cuarta edicion): p. 998-1009.
51. Naito, K., et al., *Comparison of perceptual nasal obstruction with rhinomanometric and acoustic rhinometric assessment*. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2001. **258**(10): p. 505-8.
52. Lam, D.J., K.T. James, and E.M. Weaver, *Comparison of anatomic, physiological, and subjective measures of the nasal airway*. American Journal of Rhinology, 2006. **20**(5): p. 463-470.
53. Hartgerink, D.V., et al., *The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1987. **92**(5): p. 381-389.
54. McCaffrey, *nasal\_function\_and\_evaluation*. 1990.
55. Pallanch, J.F., T.V. McCaffrey, and E.B. Kern, *Normal Nasal Resistance*. Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 1985. **93**(6): p. 778-785.
56. Williams P.L., W.R., *Gray's Anatomy*. 1980. **36 th Edition**: p. 1141-1143.
57. Eccles, R., *Nasal Airflow in Health and Disease*. 2000. **120**(5): p. 580.
58. Thulesius, H.L., A. Cervin, and M. Jessen, *The importance of side difference in nasal obstruction and rhinomanometry: a retrospective correlation of symptoms and rhinomanometry in 1000 patients*. Clin Otolaryngol, 2012. **37**(1): p. 17-22.
59. Mygind, N. and R. Dahl, *Anatomy, physiology and function of the nasal cavities in health and disease*. Advanced Drug Delivery Reviews, 1998. **29**(1): p. 3-12.
60. Fujimoto, S., K. Yamaguchi, and K. Gunjigake, *Clinical estimation of mouth breathing*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **136**(5): p. 630.e1-630.e7.
61. Gonzalez-Perez, R., et al., *Nasal provocation test with lysine-acetylsalicylate in the diagnosis of NSAIDs intolerance with respiratory symptoms*. 2002. **109**(1): p. S268.
62. McCaffrey, T.V., *Rhinomanometry and Diagnosis of Nasal Obstruction*. Facial Plastic Surgery Thieme, 1990.
63. Pallanch, J.F., T.V. McCaffrey, and E.B. Kern, *Normal nasal resistance*. Otolaryngol Head Neck Surg, 1985. **93**(6): p. 778-85.
64. Pirsig, W., *[Test using vapourated expired nasal breathing in medicine 100 years ago and in paedum 2 300 years ago]*. Laryngorhinootologie, 2014. **93**(11): p. 739-45.
65. Neeley, W.W., 2nd, W.A. Edgin, and D.A. Gonzales, *A review of the effects of expansion of the nasal base on nasal airflow and resistance*. J Oral Maxillofac Surg, 2007. **65**(6): p. 1174-9.
66. Eccles, R., *A guide to practical aspects of measurement of human nasal airflow by rhinomanometry*. 2011. **49**(1): p. 2.
67. Clement, P.A., *Rhinomanometry*. Allergy, 1997. **52**(33 Suppl): p. 26-7.

68. Clement, P.A., *Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry*. Rhinology 2005. **43**: p. 169-179.
69. Clement, P.A., et al., *Critical evaluation of different objective techniques of nasal airway assessment: a clinical review*. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2014. **271**(10): p. 2617-25.
70. Koudstaal, M.J., et al., *Relapse and stability of surgically assisted rapid maxillary expansion: an anatomic biomechanical study*. J Oral Maxillofac Surg, 2009. **67**(1): p. 10-4.
71. Magnusson, A., et al., *Nasal cavity size, airway resistance, and subjective sensation after surgically assisted rapid maxillary expansion: a prospective longitudinal study*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011. **140**(5): p. 641-51.
72. Oliveira De Felipe, N.L., et al., *Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short- and long-term effects*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008. **134**(3): p. 370-82.
73. Jones, A.S., et al., *Nasal resistance to airflow (its measurement, reproducibility and normal parameters)*. The Journal of laryngology and otology, 1987. **101**(8): p. 800-808.
74. Merkle, J., et al., *Rhinomanometric reference intervals for normal total nasal airflow resistance*. Rhinology, 2014. **52**(4): p. 292-9.
75. Starnbach, H., et al., *Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion*. Angle Orthod, 1966. **36**(2): p. 152-64.
76. Deeb, W., et al., *Changes in nasal volume after surgically assisted bone-borne rapid maxillary expansion*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2010. **137**(6): p. 782-9.
77. Koudstaal, M.J., et al., *Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2005. **34**(7): p. 709-14.
78. Alves S, L.I., Ferreira PL, Fonseca L, Malheiro D, Silva A. , "NOSE" Validação em português e aplicação na septoplastia. Rev Port Otorrinolaringol Cir Cerv-Fac, 2010(48(1)): p. 9-14.
79. Mitsuda, S.T., et al., *Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on nasal dimensions using acoustic rhinometry*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010. **109**(2): p. 191-6.
80. Nada, R.M., et al., *Volumetric changes of the nose and nasal airway 2 years after tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion*. 2013. **121**(5): p. 450.
81. Prado, G.P., et al., *Stability of surgically assisted rapid palatal expansion: a randomized trial*. J Dent Res, 2013. **92**(7 Suppl): p. 49s-54s.
82. Seeberger, R., et al., *Long term effects of surgically assisted rapid maxillary expansion without performing osteotomy of the pterygoid plates*. J Craniomaxillofac Surg, 2010. **38**(3): p. 175-8.
83. ILIZAROV, G.A., *Clinical Application of the Tension-Stress Effect for Limb Lengthening*. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1990. **250**: p. 8-26.
84. Günbay, T., et al., *Transpalatal Distraction Using Bone-Borne Distractor: Clinical Observations and Dental and Skeletal Changes*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2008. **66**(12): p. 2503-2514.
85. Koudstaal, M.J., et al., *Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion; a prospective randomized patient trial*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2009. **38**(4): p. 308-15.
86. Nada, R.M., et al., *Three-dimensional prospective evaluation of tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion*. J Craniomaxillofac Surg, 2012. **40**(8): p. 757-62.